

**Über die Behandlung von Pseudarthrosen
des Os naviculare der Hand
mit Hilfe der kleinen Spongiosaschraube der AO**

Karl Hörmann

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

(Direktor: Professor Dr.G. HEBERER)

Über die Behandlung von Pseudarthrosen des Os naviculare
der Hand mit Hilfe der kleinen Spongiosaschraube der AO

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt

und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt

von

Karl Hörmann

aus

Dillingen an der Donau

München 1973

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. K. Wilhelm

Mitberichterstatter: Prof. Dr. G. Heberer

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.6.1974



Meinen Eltern

GLIEDERUNG

Einleitung

Entstehung der Pseudarthrose: Pathogenese und Anatomie

- 1) Fraktуреinteilung und Prognose
- 2) Diagnosestellung:
 - a) Symptomatik
 - b) Röntgenverfahren und Beurteilung
 - c) Differentialdiagnose: Naviculare bipartitum
- 3) Schwierigkeiten bei der Behandlung:
 - a) Methoden der konservativen Behandlung
 - b) Operationsmethoden

Anwendung der AO-Methode bei Navicularefrakturen

Die Verschraubung des Naviculare

- a) Grundsätzliche Vorbemerkungen
- b) Vorbereitende Maßnahmen
- c) Beschreibung der Schraube
- d) Operationstechnik

Methode der Nachuntersuchung

Ergebnisse

- 1) Anzahl der Patienten
- 2) Geschlecht
- 3) Alter
- 4) Seitendisposition
- 5) Pseudarthrosen-Einteilung
 - a) Lokalisation
 - b) Bruchtyp
- 6) Unfallursache
- 7) Unfallmechanismus
- 8) Zeitpunkt der Diagnosestellung

- 9) Art der Erstbehandlung
- 10) Zeitraum zwischen Unfall und Operation
- 11) Operationsmethode, Krankenhaus-Aufenthalt, Anzahl der Operationen pro Jahr
- 12) Art und Dauer der Immobilisation
- 13) Arbeitsunfähigkeit
- 14) Berufswechsel
- 15) Materialentfernung
- 16) Erfolge

Diskussion

Zusammenfassung

Einleitung:

=====

Der Kahnbeinbruch stellt bei rechtzeitiger Diagnosestellung und adäquater Behandlung nach allen Angaben der Literatur kein bedeutendes Problem der Traumatologie mehr dar. Dabei muß jedoch bedacht werden, daß die Diagnosestellung zum möglichst frühen Zeitpunkt bei dieser Verletzung keineswegs einfach ist. Zudem besteht über die adäquate Behandlung - verschieden nach Fraktуреinteilung sowie Komplikationen bei Beteiligung anderer Handwurzelknochen (z.B. De QUERVAIN'sche Luxationsfraktur) - unter den Autoren keine Einmütigkeit.

Größer werden die Meinungsverschiedenheiten, handelt es sich um die Behandlung von verzögerter Konsolidierung bzw. Pseudarthrosen. Ein Hinweis auf die Fragen, die bei der Therapie dieser Spätform bzw. dieses Endstadiums eines nicht konsolidierten Bruchs auftauchen, kann hier die Tatsache sein, daß bei Sichtung der Literatur nicht weniger als 11 im Prinzip verschiedene Operationsverfahren und 3 differierende Arten der Ruhigstellung gezählt wurden, wobei einzelne Modifikationen nicht berücksichtigt sind. Diese Vielzahl empfohlener Behandlungsarten, sowie die Tatsache, daß sich bis heute kein standardisiertes Verfahren herauskristallisiert hat, verstärken diesen Eindruck. Um diese Schwierigkeiten zu klären, wurden ausgedehnte Studien an anatomischen Präparaten der Hand unternommen. Dies führte zu verschiedenen Theorien, die die Entstehung der Pseudarthrose, sowie die bei ihrer Behandlung entstehenden Schwierigkeiten teils der speziellen Anatomie des Navikulare wie Größe und Form des Knochens, Lage im Handgelenk, weitgehende Knorpelumhüllung, besondere Knochenbälkchenstruktur, teils den Durchblutungsverhältnissen anlasten. Auch die Synovia wurde verantwortlich gemacht.

Dies war auch Anlaß, die Erfolge der Behandlung mit einem relativ jungen Verfahren, das von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese entwickelt worden war, zu überprüfen.

Seit 1965 wurden an der Handchirurgischen Abteilung (Leitung: Priv. Doz. Dr. K. Wilhelm) der Chirurgischen Klinik der Universität München (Direktor: Prof. Dr. G. Heberer) Navikulare-Pseudarthrosen nach der AO-Methode verschraubt. Es wird nun im folgenden versucht, nach kurzer Darstellung der Pathogenese und ähnlicher Grundlagen, von Ziel und Technik des Operationsverfahrens sowie der Nachuntersuchungsmethode, die Ergebnisse der letzten 7 Jahre darzustellen.

Entstehung der Pseudarthrose

Pathogenese und Anatomie:

Bei dem Versuch, die Entwicklung der Navikulare-Pseudarthrose zu erklären, entstanden im Laufe der Zeit sehr viele verschiedene Theorien. Die Meinungen der Autoren differieren gewaltig und widersprechen sich teils sogar. Sie seien im folgenden gegliedert, jedoch ohne Wertung dargestellt.

Es lassen sich zwei Hauptgruppen formulieren:

I. Anatomische Theorien

- a) Entwicklungsgeschichtlich
- b) Form des Knochens
- c) Blutversorgung, auf deren Insuffizienz schließen läßt:
 - 1. Lokalisation des Bruches
 - 2. Mangel an Periost auf Grund der starken Knorpelbedeckung
 - 3. Unzureichende enossale Kallusbildung

d) Mechanischer Faktor

1. Bruchtyp
2. Dauernde Instabilität
3. Ständige Beunruhigung des distalen Kahnbeinfragments durch Zug und Druck der Sehne des *Musc. flexor carpi radialis*.
4. *Processus styloideus radii* als Hypomochlion
5. Intraartikulärer Bruchverlauf
6. Durch Bruch veränderter Verlauf der Gelenklinie

e) Interposition von Bänder- und Kapselabschnitten

f) Regenerationsschwäche der Bruchzone durch Verkleinerung der enossalen kallusbildenden Flächenabnahme der Knochenbälkchen

g) Osteolytische Eigenschaften der Gelenkschmiere

h) Störungen des Hormon-, Mineral- und Vitaminhaushaltes.

II. Behandlungsfehler durch:

1. Schwierige Frühdiagnose
2. Mangelhafte bzw. zu kurze Ruhigstellung der Fraktur
3. Zu früh einsetzende Massage und passive Bewegungen
4. Durch falsch indizierte und technisch unzureichende Operationen.

1. Anatomische Theorien:

Das Os naviculare nimmt eine besondere exponierte Stellung im Handgelenk ein, was verschiedene Autoren veranlaßte, die Ursachen für die hier gelegentlich gefundenen Pseudarthrosen in der besonderen Form des Knochens, seiner Stellung im Gelenk, und seiner Beziehung zu den mit ihm artikulierenden Knochen zu vermuten. Durch den Bruch ändern sich diese Konstanten.

a) Entwicklungsgeschichtliche Ursache:

"Condition bipartite" (OWENS, zitiert nach RITTER 43), d.h. eine Veranlagung des Knochens zur Zweiteilung. Die Vermutung, es gebe eine "Condition bipartite", stützt sich auf die Tatsache, daß mehrere Autoren (16) ab und an zwei Knochenkerne anstelle des einen für das Kahnbein gefunden haben. RITTER, der Gewährsmann für diese Theorie, spricht sich jedoch im gleichen Zusammenhang gegen sie aus.

b) Die Form des Navikulare:

MURRAY untersuchte mazerierte Navikulare-Präparate unter dem Gesichtspunkt, signifikante Formvarianten zu finden. Er sah einen bemerkenswerten Unterschied von zwei Gruppen von Kahnbeinknochen. Die eine Gruppe zeigte zwischen Tuberositas und proximaler Hälfte lediglich eine flache rinnenartige Einschnürung, während die andere Gruppe eine relativ lange und schmale Taille aufwies, verbunden mit relativ größerer Länge des Navikulareknochens. Die letzte Gruppe, so schloß er, neigt zur Fraktur im mittleren Drittel (7).

Dieser Argumentation für die Entstehung der Kahnbeinpseudarthrose, die hauptsächlich von MURRAY (31, 32) vorgebracht wurde, widerspricht WILHELM (63).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die exponierte Lage des Kahnbeins als "Grundknochen des Thenar" mit einer länglichen, im Zentrum eingeschnürten Form, zwar ein Argument für die Bruchentstehung, jedoch nicht für die Entstehung einer Pseudarthrose darstellt.

c) Blutversorgung:

Das Argument "schlechte Blutversorgung" wurde bereits zu Beginn der Diskussion über die Ursache der Naviku-

lare-Pseudarthrose zu Beginn dieses Jahrhunderts genannt. Es war seither das Ziel zahlreicher Untersuchungen an anatomischen Präparaten, diese Theorie zu untermauern.

Drei Tatsachen ließen diese Theorie aufkommen:

1. Die verschiedenen Anteile des distalen, mittleren und proximalen Drittels an der Lokalisation des Bruches (Abb. 1)

Hierauf wurde besonders von BÖHLER (3), SCHINDLER (47), JAHNA und TROJAN hingewiesen.



Abb. 1

Da mehrere Autoren (13, 17, 22, 28, 35, 39, 41, 51, 57) feststellten, daß Frakturen im proximalen Drittel des Knochens eine besonders große Tendenz zur Pseudarthrosenbildung aufweisen sollten, nahm man "posttraumatische Cystenbildung infolge der Verletzung der an sich schon spärlichen Gefäße an der dorsalen Seite des Kahnbeins" (1), "schlechte Durchblutung des proximalen Fragments" (23), an. BÖHLER schien sogar das Kernproblem der Kahnbein-Pseudarthrose die Ernährung des proximalen Fragments zu sein. So sollte auch die Prognose für Frakturen im mittleren und distalen Drittel günstig sein. Dem widerspricht allein CARSTENSEN (7), der hauptsächlich im mittleren Drittel Pseudarthrosen erwartet.

Also ist schon die Tatsache festzustellen, daß die Ansichten der Autoren grundsätzlich auseinander gehen.

2. Das geringe Vorhandensein von Periost aufgrund der starken Knorpelbedeckung.

Das Kahnbein verfüge über fünf verschiedene von Knorpel überzogene Gelenkflächen. Die Blutversorgung der Handwurzelknochen erfolge von außen an ganz bestimmten Punkten, nämlich an den von Gelenkfläche freigebliebenen Stellen. So sei die Störung der Durchblutung nach einer Fraktur unter Ausschaltung eines Fragments von der Versorgung durchaus verständlich (60).

Zugegebenermaßen boten diese Theorien eine schöne Erklärung für die Entstehung der Pseudarthrosen. Doch hielten sie experimentellen anatomischen Studien und auch den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht stand.

Denn erstens ist nach unseren Erfahrungen der Anteil der Pseudarthrosen im proximalen Drittel nicht größer

als der dort lokalisierten Brüche. Überhaupt läßt sich aus der Lokalisation eines Bruches nicht auf seine Tendenz zur Pseudarthrosenbildung folgern.

Damit ist jedoch noch nicht das Argument der grundsätzlich schlechten Durchblutung des Navikulare widerlegt. Hier helfen aber besagte experimentell-anatomische Studien weiter. Konnte doch zweitens festgestellt werden:

Das Os naviculare wird in der Regel von vier unabhängigen arteriellen Ästen aus der A. radialis versorgt. Das dorsale Hauptgefäß hat das größere Volumen. Sollte dieses Gefäß im Bereich einer Fraktur im mittleren Drittel zerreißen, so müßte die Blutversorgung durch die übrigen arteriellen Zuflüsse garantiert sein. Außerdem müßte die Zerreißung eines verhältnismäßig großen Gefäßes erfahrungsgemäß ein beträchtliches Hämatom zur Folge haben. Dies wird jedoch nach einem Kahnbeinbruch nur selten beobachtet. Eine Läsion des Hauptgefäßes müßte zur Nekrose des gesamten Knochens führen, die bis jetzt nicht festgestellt werden konnte.

Zudem sollte, hätte die Theorie Gültigkeit, erst recht jede periphere Navicularefraktur von der Blutzufuhr abgeschnitten sein, die doch erfahrungsgemäß glatt verheilen (7).

LANZ - WACHSMUTH kamen sogar zu dem Ergebnis, das Kahnbein werde von volar und dorsal gleichstark mit Gefäßen versorgt (24).

Somit muß betont werden, daß die Blutversorgung des Navikulare ausreicht.

Durch diese Untersuchungs-Serien ist gleichzeitig ein anderes Argument, das im Zusammenhang mit der Blut-

versorgung gelegentlich erwähnt wird, in seiner Beweiskraft zumindest stark eingeschränkt.

Nämlich:

3. Die enossale Kallusbildung reiche nicht zur Konsolidierung aus.

Die durch die zweifellos vorhandene Einschränkung der periostalen Kallusbildung noch verbleibende Möglichkeit der enossalen Kallusbildung sei wegen der unzureichenden Blutversorgung des Navikulare insuffizient.

Dagegen spricht die inzwischen - wie oben ausgeführt - in großen experimentellen anatomischen Serien nachgewiesene ausreichende Blutversorgung des Kahnbeins.

Im übrigen fällt bei Sichtung der Literatur auf, daß die Arbeiten der Autoren, die diese Ansichten vertreten (BERGER, BÖHLER (3), BUNNELL, HUNDEMER, JAHNA, PFAB, SCHOSSERER, SCHEK, RITTER: alle zitiert nach WILHELM (63), sowie ANDREESSEN (1), FLEISCHER (14), WELLER (60), OBLETZ: zitiert nach CARSTENSEN (7)) durchwegs älteren Datums sind. Dagegen kann nach Ansicht von CONTZEN, v.LANZ und WACHSMUTH, LÜTZLER, KRAMER, WILHELM (63) die Gefäßversorgung nicht für die schlechte Heilungstendenz verantwortlich gemacht werden.

d) Mechanischer Faktor:

Unter diesem Überbegriff sei das Einwirken von Druck- und Scherkräften (LÜTZLER zitiert nach 7, 17, 41, 47, 56) auf den Bruch des Navikulare und das damit aufgrund des gewebisdeterminierenden Einflusses mechanischer Faktoren (9, 48) entstehende Falschgelenk verstanden.

Um diese Beeinflussung zu verstehen, muß im folgenden auf die Anatomie und die normale Bewegungsmechanik eingegangen werden.



Abb. 2: Das Os naviculare der Hand nach
P.N.A. Os scaphoideum.

Das Kahnbein hat, wie schon der Name sagt, die Form eines Schiffchens (Abb. 2) und weist volar einen Höcker, das Tuberculum (Tuberositas) ossis naviculare auf. Es gehört funktionell zur proximalen Reihe der Handwurzelknochen und artikuliert direkt mit dem distalen Ende des Radius, wobei besonders der Processus styloideus radii beinahe als Hypomochlion imponiert. Von ulnar nach radial steht es in gelenkiger Verbindung mit Lunatum, Capitatum und Multangulum minus et maius (Trapezoideum und Trapezium). Tuberculum ossis navicularis und Tuberculum ossis trapezii bilden nach volar die Eminentia carpi radialis, die durch das Ligamentum transversum carpi mit der Eminentia carpi ulnaris in Verbindung steht und damit am Canalis carpi beteiligt ist.

Das Navikulare ist an vier verschiedenen Gelenken beteiligt (24):

1. Articulatio radio-carpea
2. Articulatio intercarpea

3. Verbindungen der proximalen Reihe der Handwurzelknochen untereinander.

4. Verbindungen der distalen Reihe der Handwurzelknochen untereinander.

Da 3. und 4. nach v.LANZ - WACHSMUTH (24) mehr oder weniger straffe Wackelgelenke sind, die keinerlei geführte Bewegung bemerkenswerten Ausmaßes erlauben, bleiben 1. und 2. als zwei funktionell einheitliche Gelenkkörper, die durch mehr oder weniger straffe Zwischenknochenbänder zusammengefaßt sind. Während die geringen Bewegungen innerhalb von 4. zu vernachlässigen sind, geben die längeren Bänder der proximalen Reihe im Zusammenspiel mit dicken Schichten federnden Gelenkknorpels dem Kahn-, Mond- und Dreiecksbein einzeln ansehnlichen Bewegungsraum.

Folgende Bewegungen finden in den beschriebenen Gelenken statt:

1. und 2. werden als *Articulatio manus* zusammengefaßt, da sie bewegungsmechanisch als die zwei Kammern eines funktionell einheitlichen Gelenks zu betrachten sind. Ausschließlich hier werden auch die Bewegungen der Hand: Dorsal- und Volarflexion, Radial- und Ulnarabduktion geführt.

Welch starker Belastung das Kahnbein im Rahmen dieser Bewegungen ausgesetzt wird, versteht man, wenn v.LANZ-WACHSMUTH die proximale Handwurzelreihe als knöcherne Zwischenscheibe beschreiben:

"Der proximale Handwurzelkörper sitzt in dem doppelkammerigen Handgelenk als ein zwar einheitlicher, aber in sich verstellbarer knöcherner Diskus, dessen Stellung und Form von den Bewegungen des proximalen und distalen Gelenkendes abhängt. Seine drei Knochen

lassen sich mit den Kugeln eines Kugellagers vergleichen, die sich zwischen den bewegten Lagerschalen drehen, nur, daß die Bewegung der "rollenden Teile" auf ein durch die Form und Verbindung bestimmtes geringes Maß herabgesetzt ist. Wie in einem Kugellager die Kugeln, werden die Knochen des proximalen Handwurzelgelenkkörpers fast nur durch die Bewegungen der Lagerschalen, also des Unterarmes und des distalen Handwurzelkörpers sowie durch die Unterarmrandmuskeln bewegt.

Zur Erläuterung sei folgende Zeichnung aus v.LANZ - WACHSMUTH eingefügt:

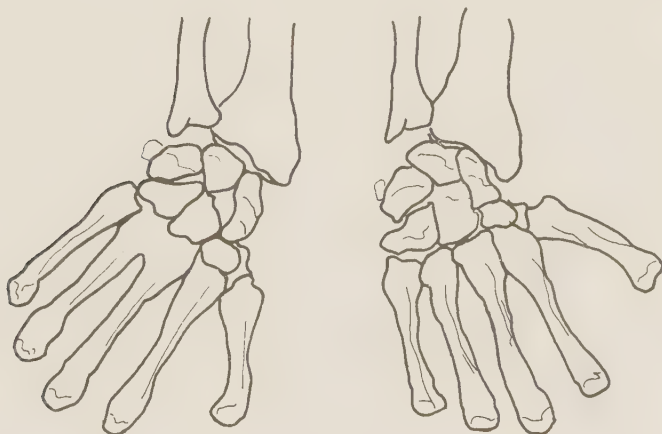


Abb. 3: Stellung der Handwurzelknochen bei den Abduktionsbewegungen (nach Röntgenaufnahmen)

- a) Äußerste Ulnarabduktion b) Äußerste Radialabduktion

Der proximale Gelenkkörper hat sich um seine Achse durch die Kopfbeinmitte gedreht. Seine einzelnen Knochen sind gegeneinander gestaffelt, das Kahnbein nach dorsal gekippt.

Für die Drehung des proximalen Gelenkkörpers und die Staffellung der einzelnen Knochen, s.a) das Kahnbein ist volar gekippt.

Dem Kahnbein fällt bei diesen Bewegungen durch den sogenannten Kippmechanismus eine besondere Bedeutung zu.

Wie aus der vorhergehenden Abbildung (Abb. 3) ersichtlich, ist für die Radialabduktion ein besonderer Spielraum notwendig. Er wird dem Carpus durch diese Sonderform der Bewegung des Kahnbeins geschaffen. Um die Annäherung der Trapezbeine zu ermöglichen, kippen sie das Kahnbein der Quere nach. Diesem Bewegungsmuster entspricht die Form des Knochens. Es wird dadurch jedoch gleichzeitig, einmal gebrochen, zur Pseudarthrose prädisponiert. Denn dann folgen seine beiden Bruchstücke verstärkt den Bewegungsausschlägen des distalen Handwurzelgelenkkörpers. Wie auf untenstehender Abbildung (Abb. 4) zu sehen ist, öffnet dan die Volarflexion den Bruchspalt dorsal, die Dorsalflexion ventral.

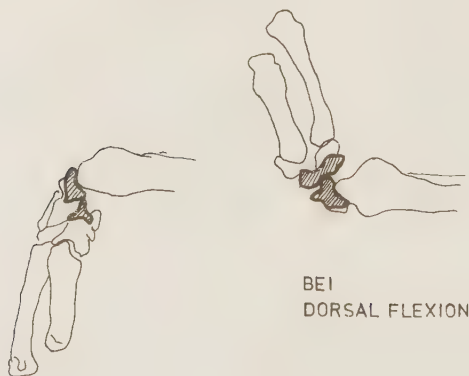
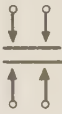
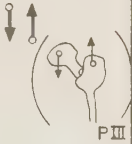


Abb. 4: Verkanten der Bruchstücke bei Flexionsbewegungen der Hand.

Die im folgenden aufgeführten Punkte begünstigen die Entwicklung einer Pseudarthrose durch Einwirkung mechanischer Faktoren.

1. Bruchtyp:

Je nach dem Bruchtyp, ob horizontaler Schrägbruch, Querbruch oder vertikaler Schrägbruch treten nach RUSSE (44) verschieden Druck- und Scherkräfte auf (Tab. 1).

Bruchursache und Kräfte die am Navikulare angreifen			
Bruchursache	Bruchtyp	Bei Kontraktion der Hand- und Fingermuskeln	
Flexions- oder Rupturkraft, wie ein Fall oder Schlag auf das dorsal flektierte Handgelenk.	 Horizontaler Schrägbruch		DRUCKKRÄFTE
	 Querbruch		
Scherkraft die an der Längsachse des I.u.II. Metacarpale angreift	 Vertikaler Schrägbruch		SCHERKRÄFTE

Tab. 1

Nach RUSSE (44) haben Nachuntersuchungen bei 220 frischen Frakturen gezeigt, daß beim horizontalen Schrägbruch die beste Prognose besteht. Dies, weil die vom Handgelenk und von den Fingersukeln ausgeübten Kräfte zu einer Kompression der Bruchflächen führen. Deswegen glaubt der Autor hier mit einer sechs-wöchigen Ruhigstellung auszukommen. Da beim Querbruch die Frakturebene nicht genau senkrecht zu der Längsachse des Vorderarmes liegt, kommt es aufgrund dieser leicht schrägen Lage dazu, daß sowohl Druck- als auch Scherkräfte auf die Bruchflächen einwirken. Dadurch soll sich die Konsolidierung teils auf das Doppelte des horizontalen Schrägbruchs verlängern (12 Wochen).

Bei dem seltenen vertikalen Schrägbruch liegt die Bruchebene genau in der Längsachse des Unterarmes. Die von Handgelenk und Fingermuskeln ausgeübten Kräfte wirken sich als reine Scherkräfte auf die Bruchflächen aus. Dieser Bruch kann im Röntgenbild leicht übersehen werden und stellt also auch aufgrund dessen eine Ursache der Pseudarthrose dar. Die Dauer der Ruhigstellung bis zur Konsolidierung kann weit über 12 Wochen hinausreichen.

2) Dauernde Instabilität (13)

Untenstehende Abbildungen versuchen dies zu verdeutlichen (aus MÜLLER (28) nach RITTER).

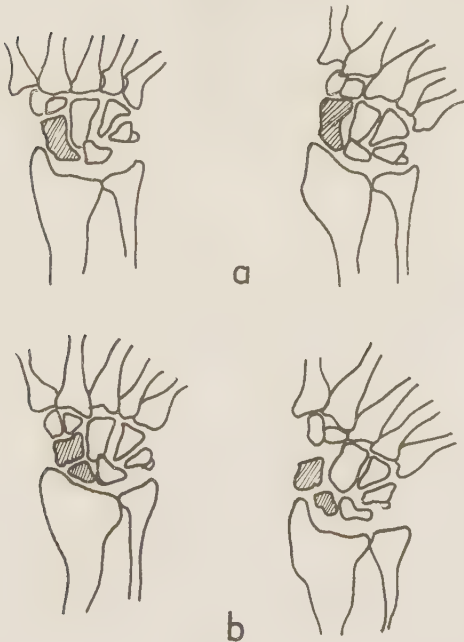


Abb. 5: Bewegung der Handwurzelknochen bei Ulnarflexion.

a) bei intaktem Navikulare

b) bei Navikularefraktur.

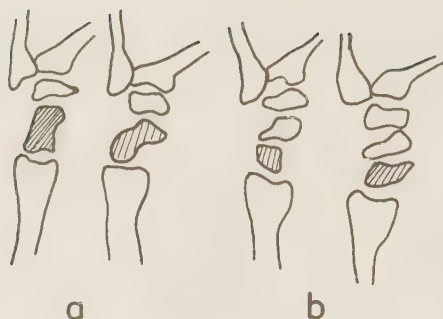


Abb. 6: Volarkippung des Navikulare bei Radialflexion.

- a) bei intaktem Navikulare
- b) bei Navikularefraktur.

3. Ständige Beunruhigung des distalen Kahnbeinfragments durch Zug und Druck der Sehne des Musculus flexor carpi radialis (RIESS (42)).

"Die Sehne des Musculus flexor carpi radialis, die an der Basis des zweiten Mittelhandknochens ansetzt, zieht über oder direkt neben dem Tuberculum des Kahnbeins in einer eigenen Sehnenführung (s. auch v.LANZ - WACHSMUTH) zum Vorderarm und verursacht ständige minimale Bewegungen im Bruchspalt." (Abb. 7)

Zitat und Zeichnung nach RIESS (42).



Abb. 7: Verlauf der Sehne des Musculus flexor carpi radialis.

4. Processus styloideus radii als Hypomochlion (FLEISCHER (14)).

Dies wird sehr deutlich auf dem zweiten Bild der Abb. 5 auf Seite 20 veranschaulicht.

5. Intraartikulärer Bruchverlauf (HIRSCH zitiert nach CARSTENSEN (7)).

6. Nach dem Bruch ergibt sich ein neuer Verlauf der Gelenklinie.

Das distale Fragment gehört jetzt zur distalen Reihe der Handwurzelknochen, das proximale weiterhin zur proximalen (v.LANZ - WACHSMUTH (24), FLEISCHER (14), MÜLLER (28)).

Dies bedeutet, wie unten zu sehen ist:

1. Der Bruchspalt verlängert und begradet die Articulatio intercarpea (nach v.LANZ - WACHSMUTH) (Abb. 8)
2. Es ändert sich der Verlauf der Abwinkelungsebene im Handwurzelgelenk (Abb. 9) (aus MÜLLER (28) nach RITTER).

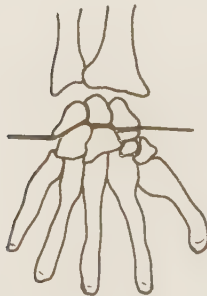


Abb. 8: Begradigung der Articulatio intercarpea durch den Bruchspalt.

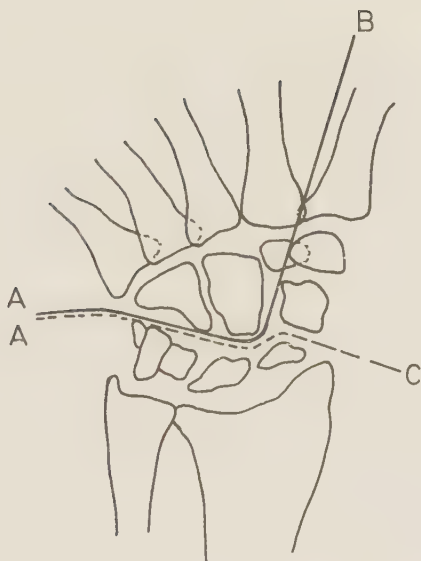


Abb. 9: Verlauf der Abwinkelungsebene im Handwurzelgelenk

A - B bei intaktem Navikulare
A - C bei Navikularefraktur.

e) Interposition von Bänder- und Kapselabschnitten (HIRSCH, RUSSE (44), BÜRKLE de la CAMP nach 18, 41).

f) Regenerationsschwäche der Bruchzone im mittleren Drittel durch Verkleinerung der enossalen kallusbildenden Fläche (CARSTENSEN (7)).

Der Autor begründet diese Annahme mit der im mittleren Drittel abnehmenden Anzahl der Knochenbälkchen (Spongiosalücke).

- g) Osteolytische Eigenschaften der Gelenkschmiere
(zitiert nach RITTER (43): BIER
" " CARSTENSEN (7): DJACENKO)
- h) Störungen des Hormon-, Mineral- und Vitamin-
haushalts (REHN (41)).

II. Behandlungsfehler durch:

- 1. Schwierige Frühdiagnose (22, 35, 51, 60) durch
 - a) unbemerkte Fraktur infolge Geringfügigkeit
des Traumas und Fehlen besonderer Beschwer-
den (39)
 - b) Fehldeutung des klinischen Befundes als Dis-
tortion
 - c) Fehldeutung der Fraktur aufgrund des Röntgen-
bildes durch
 - 1) Falsche Technik (keine Navikulare-Serie (39)
 - 2) Verzicht auf Kontrollaufnahmen bei negati-
vem Befund.
- 2. Mangelhafte bzw. zu kurze Ruhigstellung der Frak-
tur (BERGER, BURNETT, CONTZEN, REHBEIN, TÜTHER,
WILHELM (63), BÜRKLE de la CAMP nach 15, 18, 35,
39, 41, 43, 60).
- 3. Zu früh einsetzende Massage und passive Bewegungen
(BÖHLER 4).
- 4. Falsch indizierte und technisch unzureichende
Osteosynthesen: Allgemein Operationen (13, 15, 41).

Problematik der Pseudarthrose

Um die Entstehung einer Pseudarthrose, für die die im vorstehenden Abschnitt genannten Ursachen aufgeführt werden, zu vermeiden, muß das Ziel jeder Behandlung sein, möglichst frühzeitig möglichst viele Störfaktoren zu beseitigen. Wäre es möglich, ein Handgelenk absolut ruhig zu stellen, wären die meisten der für eine Pseudarthrosenentwicklung verantwortlich zu machenden Umstände ausgeschaltet. Naturgemäß ist es bei der besonderen Anatomie des Os naviculare und der mannigfachen Irritationsmöglichkeiten für ein gebrochenes Kahnbein sehr schwierig, dies zu erreichen.

Andererseits stellt die Pseudarthrose einen so eminenten Defekt in der Biomechanik des Handgelenkes dar, daß die Funktion des komplizierten und für den Menschen so bedeutenden Werkzeuges Hand unter Umständen sehr stark eingeschränkt ist. Die Schmerzen bei der Arbeit können zu langdauernder Arbeitsunfähigkeit, zur generellen Unfähigkeit schwere oder zeitlich ausgedehnte manuelle Tätigkeit zu verrichten und damit zur Berentung führen. Ein hartes Schicksal für den Einzelnen, v.a. wenn man bedenkt, daß das Durchschnittsalter unserer Patienten 25 Jahre war. Doch schon das geringere Übel, die Umschulung, kann für den Betroffenen bedeutende finanzielle Verluste, Absteigen in der sozialen Rangordnung sowie psychisch eine Beeinträchtigung des Selbstwertgefühls bedeuten. Alles genug Anlaß, sich im folgenden Gedanken über Fraktureinteilung, Prognose, Diagnosestellung und vor allem über die optimalen Behandlungsmöglichkeiten zu machen.

1. Fraktureinteilung und Prognose:

In der Literatur werden die Kahnbeinbrüche in der Regel nach der Lage des Bruchspaltes und nach dem Bruchtyp unterschieden. Die Autoren glaubten aufgrund dieser

Einteilung die zutreffendsten Prognosen für die Konsolidierungstendenz machen zu können.

Nach unseren Erfahrungen ist eine Prognose, die sich auf die Lokalisation des Bruches stützt, unbrauchbar.

Ganz im Gegensatz zum Kriterium Bruchtyp, wo beim vertikalen Schrägbruch aufgrund der dabei auftretenden Scherkräfte am ehesten eine Pseudarthrose auftritt. Beim horizontalen Schrägbruch ist - wie durchaus aus der Pathogenese verständlich - die Prognose am günstigsten. Die für den Querbruch ist etwas schlechter.

Um zu einer Prognose zu gelangen, ist damit die Einteilung nach dem jeweiligen Bruchtyp am ergiebigsten.

2. Diagnosestellung:

a) Symptomatik:

Bei einem frischen Bruch des Navikulare findet sich im allgemeinen folgendes Bild:

I. Schmerzen:

Tabatière-Druckschmerz, Bewegungsschmerz bei radialer Abduktion und Dorsalflexion, Klopfschmerzhaftigkeit des Metacarpaleköpfchens I und II, Achsenstoßschmerz vom Daumen und Zeigefinger her (HIRSCH), Schmerzäußerung bei passiv durchgeführter Umwendbewegung im Handgelenk bei gleichzeitig fixiertem Oberarm.

II. Bewegungseinschränkung:

Handgelenk in verschiedenem Ausmaße in alle Richtungen, Daumengrundgelenk, aktiv und passiv.

III. Schwellung:

verstrichene Tabatière, ganzes Handgelenk.

IV. Kraftlosigkeit:

Dieses Symptom fiel besonders häufig auf, da die Mehrzahl der Patienten beruflich starker manueller Belastung ausgesetzt sind.

Hierzu finden sich Angaben bei: (2, 5, 8, 10, 24, 25, 31, 34, 36, 50, 51, 57, 58, 63).

Ganz anders und viel weniger charakteristisch stellen sich die Symptome bei einer Pseudarthrose dar (3, 16, 30, 39). Sie kann über Jahre hin beinahe symptomlos bleiben. Oft finden sich keinerlei Beschwerden, außer einer Wetterempfindlichkeit. Die Bewegungseinschränkung wird vom Patienten meist gar nicht bemerkt. Kraftlosigkeit fällt ihm erst bei Belastung auf. Dann schmerzt auch das Handgelenk und gelegentlich tritt eine Schwellung auf.

Außerdem finden sich objektiv manchmal Muskelatrophie und geringere Hohlhandbeschwielung.

Bei solchen Symptomen zeigt dann das Röntgenbild auch bei unauffälliger Anamnese eine Pseudarthrose.

b) Röntgenverfahren und Beurteilung:

1) Röntgenverfahren:

Um den Bruch- bzw. Pseudarthrosenspalt sichtbar zu machen, wurde im Laufe der Zeit die sogenannte Navikulare-Serie entwickelt. Dies wurde notwendig, weil aufgrund der spezifischen Form und Lage des Navikulare leicht eine Läsion des Knochens übersehen wurde. In der nachfolgend beschriebenen Art wird diese Technik von mehreren Autoren (2, 3, 5, 12, 16, 28, 35, 44, 45, 51, 52, 63) empfohlen und auch in neuerer Zeit allgemein angewendet. Nach BÖHLER (3) bedeutet das:

1. eine rein dorso-volare Aufnahme bei Mittelstellung des Handgelenks (Abb. 10)

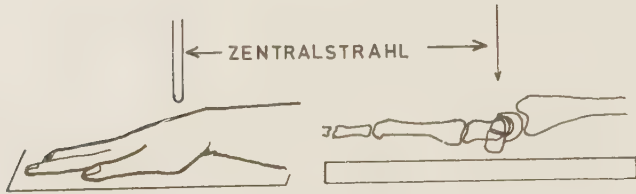


Abb. 10 a: Ungünstige Lagerung der Hand für die dorso-volare Aufnahme des Kahnbeins.

Wenn die Hand auf der Kasette flach aufliegt, steht das Handgelenk und das Kahnbein in Beugestellung. Dadurch befindet sich bei gestreckten Fingern das gebrochene Kahnbein in Kippstellung, der Bruchspalt verschwindet und das Kahnbein erscheint verkürzt wie in Abb. 10 b.

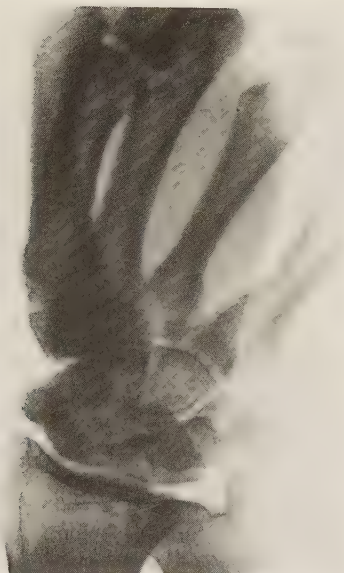


Abb. 10 b: Röntgenbild des Kahnbeins bei flach aufgelegter Hand wie auf Abb. 10 a: Das Kahnbein ist jetzt wegen der Kippstellung verkürzt, vom Bruchspalt ist nichts zu sehen.

Trotzdem ist die rein dorso-volare Aufnahme notwendig, um Verrenkungen des Mondbeins und Brüche anderer Handwurzelknochen nicht zu übersehen.

Das gleiche gilt für die als zweite der Serie empfohlene rein seitliche Aufnahme.

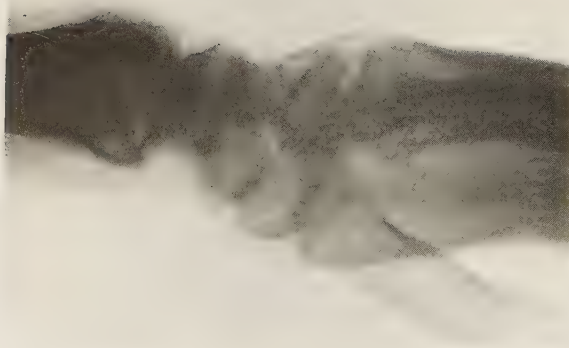


Abb. 11: rein seitliche Aufnahme.

Da bei der ersten Aufnahme, wie eben ausgeführt, der Bruchspalt aufgrund der Volar-Kippung nicht in der Strahlenrichtung liegt, muß zusätzlich eine dorso-volare Aufnahme bei Dorsalbeugung des Handgelenks angefertigt werden.



Abb. 12 a: richtige Lagerung der Hand für die dorso-volare Aufnahme des Kahnbeins.

Bei gebeugten Fingern steht das Handgelenk in leichter Dorsalbeugung und Ulnarabduktion. Das Kahnbein stellt sich waagrecht ein und der Bruchspalt wird gut getroffen, wie auf Abb. 12 b ersichtlich.



Abb. 12 b: Röntgenkontrolle zu Abb. 12 a bei dorsaler Beugung der Hand.

Das Kahnbein ist jetzt in seiner ganzen Länge getroffen und der Bruchspalt ist, wenn auch undeutlich, zu sehen. Gewöhnlich kommt er schon bei dieser Einstellung gut zur Darstellung.

Eine letzte Aufnahme sollte in halber Supinationsdrehung und leichter Dorsalbeugung gemacht werden (Abb. 13)

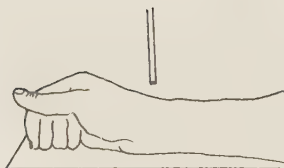


Abb. 13 a: Lagerung der Hand bei leichter Dorsalbeugung mit gebeugten Fingern und bei Supinationsdrehung von 45° zur Darstellung der ulnaren Gelenkfläche des Kahnbeins bei schwer erkennbaren Kahnbeinbrüchen wie auf Abb. 13 b.

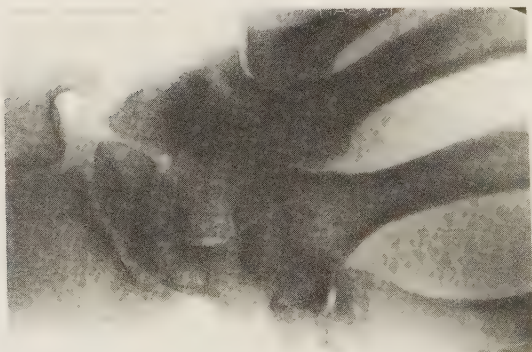


Abb. 13 b: Röntgenkontrolle zu Abb. 13 a.

In einigen Arbeiten hält man noch Feinstfocus (36, 38) und Schichtaufnahmen (17, 36) in Zweifelsfällen für nötig.

b) Beurteilung des Röntgenbildes:

Hierbei finden sich folgende Besonderheiten, die nach den in diesem Abschnitt aufgeführten Kriterien festgestellt werden.

1. Bruchspalt bzw. Teilungsspalt

a) Lage

Grundsätzlich sollte im Röntgenbefund zum Zwecke der Orientierung auch auf die Lage des Bruchspaltes eingegangen werden. Daraus auf das Vorliegen einer Pseudarthrose rückzuschließen ist nicht möglich.

b) Breite

Bei Pseudarthrosen tritt häufig eine Bruchspaltdiastase auf.

2. Teilungsfläche

a) Begrenzung

Mit zunehmender Unregelmäßigkeit der Teilungsflächen nimmt die Wahrscheinlichkeit für ein Vorliegen einer Kahnbein-Pseudarthrose zu. Diese Feststellung wird verstärkt, wenn gleichzeitig die Begrenzung konkav in Richtung des Bruchspaltes ist.

b) Sklerosierung

Diese ist in Anbetracht der Entwicklung des Pseudarthrosenspaltes als Charakteristikum des Falschgelenks zu werten. So spricht nach allgemeiner Ansicht ein Sklerosesaum an einer oder beiden Teilungsflächen für eine Falschgelenkbildung. Das gleiche gilt auch für ein stärkeres Hervortreten der

c) Kanten

der beiden Kahnbeinteile.

3. Corticalis- und Spongiosastruktur

erscheinen beim Falschgelenk undeutlich und unregelmäßig.

4. Cysten

Diese kommen häufig bei Kahnbein-Pseudarthrosen vor. Es handelt sich um rundliche Aufhellungen von Stecknadelkopf- bis Linsengröße, die von einem feinen Sklerosesaum begrenzt werden. Pathologisch-anatomisch sind es umschriebene Markfibrosen.

Man kann mit BUGNION (nach 16) unterscheiden:

- 1) Cysten durch Herniation der Synovialmembran in das Knochengewebe
- 2) Nekrotische Pseudocysten als Folge von Gefäßstörungen
- 3) Randständige Cysten bei Arthrosen.

5. Sklerotische Verdichtung

bei einem oder beiden Kahnbeinteilen festgestellt, spricht für eine Pseudarthrose.

6. Zusammensintern eines Kahnbeinteiles findet sich nur bei Falschgelenken.

7. Kalksalzverarmung = Osteoporose.

8. Nekrosen.

9. Arthrose

Die Arthrose im Handgelenk wird im allgemeinen als Zeichen einer mechanischen Irritation aufgefaßt. Eine solche tritt aber, wie im Abschnitt

Pathogenese geschildert, bei Pseudarthrosen immer auf.

c) Differentialdiagnose: Naviculare bipartitum

Der objektivste Parameter für die Feststellung eines Naviculare bipartitum ist zweifelsohne das Röntgenbild. Wie die unter b) angeführten Kriterien aussehen müssen, soll diese Diagnose bestätigt werden, sei im folgenden ausgeführt.

Während der Teilungsspalt etwa in der Mitte liegen sollte, dürfte die Distanz zwischen den beiden Teilen im allgemeinen nicht zu groß sein. Eine möglichst regelmäßige Begrenzung der Teilungsflächen mit der Konvexität in Richtung des Spaltes deutet auf eine Zweiteilung hin. Ein Sklerosesaum bei einem Naviculare bipartitum ist sehr selten. Seine Entstehung wäre aber aufgrund der funktionellen Beeinträchtigung denkbar. Bei einer angeborenen Zweiteilung steht eine regelmäßige, klare Corticalis- und Spongiosastruktur v.a. das erstere zu erwarten. Das Auftreten der übrigen Symptome, mit Ausnahme der Arthrose, spricht gegen ein Naviculare bipartitum und für ein Falschgelenk.

Weitere Kriterien, wie Anamnese ohne Unfall, klinischer Befund, Arthrose und andere Anomalien im Handgelenksbereich, sowie Doppelseitigkeit, führen zu keinen eindeutigen Aussagen.

Auch der histologische Befund dürfte keine Abklärung bringen (GEYER 16).

3. Schwierigkeiten in der Behandlung

Die Schwierigkeiten, gegen die man bei dem Versuch, die Pseudarthrose zu behandeln, angehen muß, ergeben sich aus ihrer Pathogenese. Absolut erstes Erfordernis ist die Ruhigstellung. Wird sie bei dem verletzten Handgelenk nicht durchgeführt, entsteht ein Falschgelenk mit seiner gesamten Symptomatik und dem typischen röntgenologischen Befund.

Welchen Weg gibt es, die Ruhigstellung zu erreichen?

Man sollte in jedem Fall, mit Ausnahme der noch im Abschnitt Indikation aufzuführenden Fälle, mit einer konservativen Behandlung beginnen.

In der folgenden Tabelle sind einige Methoden angegeben:

a) Methoden der konservativen Ruhigstellung im Gips:

1. Mittlere Dorsalflexion bei gleichzeitiger leichter Radialabduktion (CAVE, BIZARRO 1922, SCHNEK, alle zitiert nach WILHELM (63)).
2. Mittelstellung zwischen Dorsal- und Volarflexion bei leichter Ulnarabduktion (BÖHLER (3)) mit dorsaler Gipsschiene
 - a) unter Daumeneinschluß (PFAB, SCHOSSERER)
 - b) unter Daumen- und Zeigefingereinschluß (NITSCHKE)
 - c) unter Daumen-, Zeigefinger- und Mittelfingergrundgelenkseinschluß (BÜRKLE de la CAMP)
3. Faustgips unter Einschluß aller Finger mit Ausnahme der Nägel (REHBEIN - DÜBEN)
 - a) unter Einschluß des Ellenbogengelenks (VERDAN)

- b) nur mit Einschluß des I.Mittelhandknochens ohne Daumen beim horizontalen Schrägbruch und beim Querbruch (TROJAN (56)).

Führt die konservative Behandlung nicht zum Erfolg, d.h. zur Auflockerung der Sklerosierung der Bruchflächen und damit zum Durchbau und zur Konsolidierung, müssen operative Maßnahmen ergriffen werden. So können die sklerosierten Wundflächen angefrischt und gleichzeitig ruhiggestellt werden.

b) Operationsmethoden:

1. Anfrischung der sklerosierten Bruchflächen

- a) Beck'sche Bohrung offen bzw. geschlossen
- b) Beck'sche Bohrung mit anschließender Ruhigstellung durch Kirschner-Draht
- c) Aufsplitterung (12, 43)

2. Spongiosaplastik

- a) autoplastisch (MATTI - RUSSE (44))
- b) autoplastisch und Ruhigstellung mit Kirschner-Draht (36)
- c) modifiziert nach BÜRKLE de la CAMP (43)
- d) homoioplastisch (NYGA (35))

Material dazu wird gewonnen aus:

- a) gegenseitigem Beckenkamm
- b) Radius der gleichen Hand
- c) Processus styloideus radii bei gleichzeitiger Stylektomie (SCHINDLER (47))

3. Offene Reposition der Fraktur (SOTO - HALL (50))

4. Spanbolzung

- a) Spanverpflanzung mit temporärer Sehnenverlängerung (RIES (42))

- b) zentrale Spannung (WILHELM (63))
- 5. Versenken von Fremdkörpern
 - a) Elfenbeinstift (LAMBOTTE)
 - b) Kirschner-Draht (GEISSENDÖRFER, ÜBERMUTH)
 - c) Mehrkantnagel (GIESEKING)
 - d) Schraube
 - McLaughlin
 - AO
 - Schraube und Entknorpelung des scaphoideo-lunaren Systems (BÖHLER, VERDAN)
 - Schraube und Spongiosaplastik (K.WILHELM in 20)
- 6. Interposition eines Fettlappens (BENTZON)
- 7. Stylektomie
 - mit Spongiosa-Implantation in das Naviculare
- 8. Arthrodesen
 - a) Fusion der proximalen Reihe
 - b) des Handgelenks
- 9. Denervierung (WILHELM (63))
- 10. Exstirpation
 - a) total
 - b) eines Fragments
 - c) Entfernung des "scapho-lunaren Systems" (STACK)
- 11. Prothese aus Vitallium

Eine besondere Stellung nimmt hierbei die Implantation einer Schraube ein. Außer Anfrischung und Ruhigstellung ermöglicht sie die Kompression der Bruchränder sowie vom sozialen Standpunkt her für den Patienten die Chance

einer übungsstabilen Osteosynthese und damit eine Verkürzung der bei konservativer und sonstiger operativer Behandlung allfälligen langen Arbeitsunfähigkeit auf ein erträgliches Maß.

Somit ist die Behandlung mit der Schraube und speziell in ihrer standardisierten Form nach der AO-Methode als eine wirkliche Neuerung und ein Fortschritt auf dem Gebiet der Kahnbein-Pseudarthrose anzusehen.

Anwendung der AO-Methode bei Navicularefrakturen

Nach Ansicht der Autoren besteht wegen der bei frischen Brüchen besseren Heilungsaussichten durch konservative Behandlung und zwar möglichst früh mit speziellen Gipsverbänden (95 % Heilungsquote nach übereinstimmender Meinung der im Schrifttum aufgeführten Autoren) nur bei Fällen von verzögerter Konsolidierung und bei Pseudarthrosen. Bei der Verschraubung frischer Frakturen sollte man mit Ausnahme des Vorliegens einer starken Bruchspaltdiastase vorsichtig sein. Ein Argument für die Frühverschraubung wären eventuell wirtschaftliche Gesichtspunkte, da bei der konservativen Behandlung im Gipsverband eine Ruhigstellung von mindestens 12 Wochen nötig ist.

Nach MÜLLER ergeben sich folgende Indikationsabstufungen:

a) gute Indikation:

Fälle im distalen und mittleren Drittel ohne Arthrosis deformans und Osteoporose.

b) relative Indikation:

Fälle im proximalen Drittel, bei denen das proximale Fragment mit dem Schraubengewinde noch zuverlässig gefaßt werden kann.

c) schlechte Indikation:

Alle Fälle mit einem sehr kleinen proximalen Bruchstück, da das Einsetzen des Schraubengewindes und die Adaptation der Fragmente gefährdet ist.

Fälle von Arthrosis deformans und Osteoporose seien individuell zu entscheiden.

Über die Ausschaltung eines als Störfaktor wirkenden arthrotisch veränderten Processus styloideus radii gehen die Meinungen auseinander (12, 18, 20, 23, 35, 39, 54).

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die eben dargestellten Indikationen die Meinung der AO-Autoren darstellt. Auf die nach unserer Ansicht weit umfassendere Indikationsstellung wird in der Diskussion eingegangen.

Die Verschraubung des Naviculare

a) Grundsätzliche Vorbemerkung:

Das Zugschraubenprinzip erfüllt beim Naviculare die biologischen Anforderungen, die an eine optimale Osteosynthese gestellt werden. Der große Vorteil des Verfahrens liegt in der absoluten Stabilität, die bei guter Indikation und Technik zu erreichen ist und besonders bei der gelenkmechanischen Beanspruchung, der der Knochen ausgesetzt ist, von Vorteil ist. Wichtig ist ferner die enge Adaptation der Frakturende bzw. die Kompression des fibrösen Pseudarthrosebezirks. Damit werden für bionekrotische Fragmente Voraussetzungen für die Heilung geschaffen. Solche Fragmente sind von der periostalen Gefäßzufuhr abgeschnitten, so daß Revitalisierung und Ossifikation nur auf endossalem Wege, also über die Kontaktstelle des Fraktur- bzw. Pseudarthrosenbereichs möglich sind, ähnlich der sub-

capitalen Schenkelhalsfraktur. So fallen die Teilfaktoren Stabilität und Kompression beim Naviculare besonders ins Gewicht. In dieser Hinsicht ist die Anwendung der Kompressionsschraube allen anderen Osteosynthesen am Naviculare grundsätzlich überlegen. Darüber hinaus schafft die stabile Verschraubung Möglichkeiten der Frühmobilisation, wie sie kein anderes Verfahren aufweist.

Nach den bisherigen Erfahrungen besteht in der endgültigen Konsolidierungsmöglichkeit kein Unterschied zwischen ernährten und bionekrotischen Fragmenten vorausgesetzt, daß diese letzten zuverlässig fixiert werden können. Es ergibt sich lediglich ein Unterschied in der Konsolidierungsdauer, die bei den bionekrotischen Fällen viele Monate, vielleicht sogar Jahre betragen kann (nach MÜLLER (29)).

b) Vorbereitende Maßnahmen:

Es werden empfohlen:

1. Zwei Vergrößerungsaufnahmen zur diagnostischen Präzisierung, eine in a-p-Richtung, eine in Fechterstellung.
2. Präoperative Längenbestimmung der Schraube.

Es wird ein Standardröntgenbild des Schraubensatzes angefertigt. Hierbei soll entsprechend den anatomischen Gegebenheiten die Focus-Film-Distanz (FFD) 80 cm, diejenige zwischen Schraube und Film (OFD) 1 cm betragen. Des weiteren soll nach den Vorschlägen der Schöpfer der AO ein Bild des Naviculare der Gegenseite angefertigt werden (bei gleicher FFD). Jetzt wird mit diesem Röntgenbild des unverletzten Naviculare das Standardröntgenbild des Schraubensatzes verglichen und die Schraube gewählt, die vom Tuberculum naviculare bis zum proximalen Ende des Kahnbeins reicht.

Hierbei muß gleich eingefügt werden, daß diese beiden Maßnahmen an unserer Abteilung nur in besonderen Fällen durchgeführt werden, da meist die Wahl der Schraube unter Sicht vorgezogen wird.

c) Beschreibung der Schraube:

Um zwei epi- oder metaphysäre Knochenfragmente unter Druck zu fixieren, muß das ganze Schraubengewinde jenseits der Frakturlinie liegen. Meist wird nach Anlegen des Bohrloches das breite Gewinde mit einem entsprechenden Gewindeschneider geschnitten.

Prinzip: Gewindeanteil nur jenseits der Frakturlinie.

In Fällen, in denen die beiden Gelenkflächen nicht eng aufeinander liegen, muß die Lücke im Sinne einer autologen Spongiosaplastik aufgefüllt werden (nach Meinung der AO).

Außer den allgemeinen Spongiosaschrauben unterscheidet man als Spezialausführung Malleolar- und Naviculare-schrauben.

Die Naviculareschrauben haben einen Gewindedurchmesser von 33,5 mm und einen Schaftdurchmesser von 2,0 mm. In einem B-Kasten, der normalerweise das Spongiosa-Instrumentarium enthält, befinden sich 48 derartige Schrauben in folgenden Längen: 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35 und 40 mm.

d) Operationstechnik:

Allgemeines:

Auf unserer Abteilung wird der Eingriff teils in Allgemeinnarkose, teils als Block, mit Muskelrelaxantien und in pneumatischer Blutleere durchgeführt. Es sind zwei Assistenten beteiligt. Für die Möglichkeit intraoperativer Röntgendiagnostik ist gesorgt. Vor dem Haut-

schnitt wird eine anatomische Orientierung durch Inspektion und Palpation unternommen. In der Tiefe der Tabatière wird das Tuberculum naviculare ertastet, das sich bei Radialflexion infolge des Kippmechanismus nach volar bewegt.

Hautschnitt und Zugang erfolgen nach McLaughlin. Es wird ein bogenförmiger Schnitt über die Tabatière gelegt und das Naviculare aufgesucht.

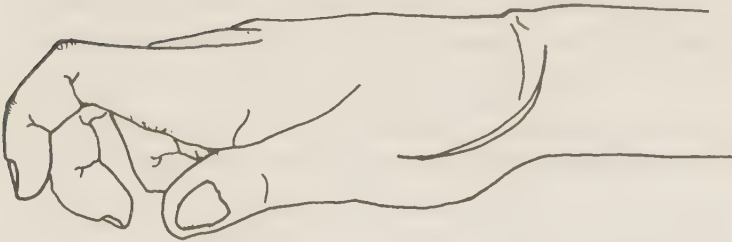


Abb. 14: Schnittführung bei der Operation.

Nach Darstellung des Pseudarthrosenspaltes werden die Pseudarthrosenflächen angefrischt. In einigen Fällen wurde jetzt zum Zweck der Autotransplantation Spongiosa aus dem distalen Radiusende gewonnen und zwischen die beiden Hälften des Naviculare implantiert. Jetzt werden die Fragmente mit einer Naviculareschraube pas-

sender Länge fixiert. Der Schraubenkopf muß weit hineingedreht werden, um die Beweglichkeit des Multangulo-Naviculargelenks nicht zu stören.

Eröffnung der Blutleere, Blutstillung, Hautnaht, steriler Verband, dorsale Gipslonguette beenden die Operation.

Nachbehandlung:

Nach MÜLLER genügen bei guter Indikation und absolut stabiler Verschraubung eine volare Gipsschiene bis zum Abschluß der Wundheilung. Bei relativer Indikation mit guter aber nicht belastbarer Stabilität empfehle sich das Tragen eines Naviculargipsverbandes nach REHBEIN - DÜBEN. Schwere manuelle Arbeit solle bis zur radiologisch verifizierbaren Ossifikation unterbleiben.

Die auf unserer Abteilung übliche Nachbehandlung wird im Folgenden unter Ergebnissen dargestellt.

Nachuntersuchung

Auf der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik der Universität München (Leiter der Abteilung: Priv.Doz.Dr.K.Wilhelm) wurden vom 6. Juli 1965 bis zum 13. April 1972, also in rund 7 Jahren, 33 Patienten wegen einer nicht mit Konsolidierung verheilten Navicularefraktur, einer Naviculare-Pseudarthrose, operativ nach der AO-Methode versorgt. Diese Fälle unterscheiden sich stark in der Anamnese. Teilweise hatten die Patienten schon mehrere Stationen der Behandlung hinter sich, als sie zur Einweisung kamen.

Um nun das Ergebnis dieser Operationen überprüfen zu können, wurde diese Untersuchung unternommen.

Methode:

Bereits am 2.2.1972 ging den bis dahin behandelten Patienten ein Fragebogen zu, dessen einzelne Abschnitte darauf ausgerichtet waren, Personalien, allgemeine Anamnese, spezielle, auf die Naviculare-Läsion bezogene Anamnese, Konsequenzen der Verletzung für das Curriculum des Einzelnen, sowie den Zustand zum Zeitpunkt der Befragung zu erfassen.

Leider beantworteten die meisten Patienten diesen Fragebogen nicht.

Zum Zweck der Nachuntersuchung wurden die Patienten dann für die Zeit vom 6.9. bis 27.9.1972 in die Klinik einbestellt. Sie wurden dabei in jedem Fall nochmals gründlich befragt, so daß sich sämtliche angegebenen Ergebnisse auf diesen Zeitraum beziehen.

Genauer gliederte sich die Untersuchung in drei Teile:

1. Genaueste Anamnesen-Erhebung und ausführliche Befragung nach den oben angeführten Gesichtspunkten
2. Röntgenaufnahme, d.h. in jedem Falle eine Naviculareserie
3. Klinische Untersuchung.

Von den 33 Patienten konnten 30 direkt von uns nachuntersucht werden. Sie hatten sich während des oben erwähnten Zeitraumes eingefunden.

Bei drei Patienten wurde auf eine Nachuntersuchung verzichtet. Dies, weil der eine Patient, selbst von Beruf Arzt, selbst über sich berichtete, weil ein anderer Patient von seinem heimischen Chirurgen und der dritte Patient erst kurz vor dem Untersuchungstermin bei uns im Hause nachuntersucht worden war.

Ergebnisse:

1) Anzahl der Patienten:

Das Krankengut dieser Untersuchung umfaßt 33 Patienten.

2) Geschlecht:

Von den Patienten waren 2 Frauen und 31 Männer (94 %).

3) Alter:

Die Verletzten waren im Durchschnitt 25 - 31 Jahre alt. Die unten angefügte Kurve (Abb. 15) zeigt eine deutliche Häufung im Altersabschnitt zwischen 20 und 30 Jahren. Diese Gruppe macht 59 % des Krankengutes aus.

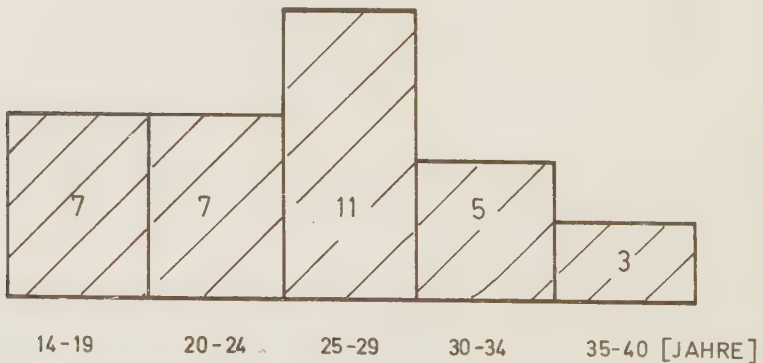


Abb. 15: Altersverteilung im Krankengut.

Zum Zeitpunkt der Verletzung war unser jüngster Patient 14, der älteste 39 Jahre alt.

4) Seitendisposition:

Bei 16 von 33 Patienten war die rechte, bei 17 die linke Hand betroffen.

5) Pseudarthrosen-Einteilung:

Die allgemein übliche Einteilung nach den Kriterien Bruchlokalisation und Bruchtyp ergab folgendes:

a) Bruchlokalisation

Summe	Distal	Mittel	Proximal
33	2	22	9
100 %	6 %	67 %	27 %

b) Bruchspaltverlauf

Horizontaler Schrägbruch	Querbruch	Vertikaler Schrägbruch	Summe
-----------------------------	-----------	---------------------------	-------



8	21	4	33
24,2 %	63,5 %	12,3 %	100 %

c) a und b kombiniert

	Distal	Mitte	Proximal	Summe
Horizontaler Schrägbruch	1 (3,1 %)	4 (12,2%)	3 (9,9%)	8 (24,2%)
Querbruch	1 (3,1%)	14 (42,4%)	6 (18,1%)	21 (63,6%)
Vertikaler Schrägbruch	- (0%)	4 (12,2%)	- (0%)	4 (12,2%)
Summe	2 (6,1%)	22 (66,7%)	9 (27,2%)	33 (100%)

=====

6) Unfallursache:

Eine Analyse des Unfallereignisses ist sehr schwierig, da es sich bei dem vorliegenden Krankengut nur um Pseudarthrosen und verzögerte Konsolidierungen handelt, also vor allem um Patienten, bei denen das eigentliche Unfallereignis so wenig subjektiv eindrücklich war, daß viele sich überhaupt nicht genötigt sahen, sofort den Arzt aufzusuchen. Dadurch ergibt sich einerseits, daß die gerade bei Navicularefrakturen so wichtige Frühdiagnose versäumt wurde, andererseits in der Erinnerung der Patienten mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Läsionen existieren, teils wirkliche Refrakturen röntgenologisch nachgewiesen sind. Deswegen werden im folgenden zwei Tabellen angeführt, wobei auch die Bruchhäufigkeit berücksichtigt wird.

Art des Unfalls		Bruchhäufigkeit	
Arbeit	11	1 x	29
Sport	9	2 x	1
Verkehr	10	3 x	2
Häuslich	3	4 x	1
Total	33		33

Ohne größeren Abstand fanden sich als Unfallursache, der Häufigkeit nach geordnet, Arbeit-, Sport- und Verkehrsunfälle. Die häuslichen Unfälle fallen kaum ins Gewicht.

7) Unfallmechanismus:

Direkter Schlag	9	27,2 %
Sturz	24	72,8 %
Total	33	100 %

Es sind also in beinahe 3/4 der Fälle die Patienten - gleich welche Ursache angegeben wurde oder wo sich das Ereignis abgespielt hat - gestürzt.

8) Zeitpunkt der Diagnosestellung:

Weil gerade bei der Navicularefraktur eine möglichst frühzeitige Diagnosestellung zur Vermeidung einer verzögerten Konsolidierung bzw. Pseudarthrose besonders notwendig ist, war es sehr interessant, zu erfahren, wann zum erstenmal die Diagnose Navicularefraktur von einem Arzt bei unseren Patienten gestellt worden war. Der Zeitraum 14 Tage wurde gewählt, weil normalerweise nach diesem Zeitraum der Bruchspalt deutlich zu erkennen ist.

Intervall zwischen Verletzung und Erstbehandlung
beim Arzt

Sofort	17
bis 14 Tage	5
länger als ein Monat	11

Total	33
-------	----

Da die Diagnosestellung beim ersten Arztbesuch naturgemäß den meisten Patienten unbekannt blieb und da die Einweisung in die Abteilung schon in einem fortgeschrittenen Stadium erfolgte, in dem die Diagnose bereits evident war, wurde versucht aus der Art der Erstbehandlung auf die frühzeitige richtige Diagnosestellung rückzuschließen.

9) Art der Erstbehandlung:

Schiene	3
Gipsschiene	9
Zirkulärgips	1
Bestrahlung	1
Umschlag	5
Elastische Binde	3
Operation	2
Keine	9

Total	33
-------	----

9 d.h. 27 % unserer Patienten hatten keine Erstbehandlung erhalten. Nur bei 10 d.h. 30 % wurde das Handgelenk effektiv ruhiggestellt.

Von allen Verletzten kamen nur 2 direkt auf die Handchirurgische Abteilung zur Erstbehandlung, während die übrigen 31 teils schon jahrelang anderen Orts behandelt worden waren, bis die Einweisung erfolgte. 6 Patienten waren wegen

der Nichtkonsolidierung bereits in anderen Kliniken, einer sogar 2 mal erfolglos operiert worden.

Art der Operation anderen Orts

Spanbolzung	4	davon einer 2 mal
A0	2	

Total 6 = 18 %

Nur 7 Patienten d.h. 21 % wurden an unserer Klinik erstbehandelt.

10) Zeitraum zwischen Operation und Unfall:

Beinahe die Hälfte der Pseudarthrosen war zum Zeitpunkt der Operation über 1 Jahr alt. Die älteste bestand 20 Jahre.

Intervall zwischen Unfall und der Operation auf der Abteilung

Sofort bis 1 Monat	4	
bis 1/2 Jahr	9	17 = 51,5 %
bis 1 Jahr	4	

bis 2 Jahre	5	
bis 5 Jahre	6	
bis 10 Jahre	4	16 = 48,5 %
20 Jahre	1	

Total 33 = 100 %

Siehe hierzu auch die Tabellen unter 16) Erfolge.

11) Operation, Krankenhaus-Aufenthalt, Anzahl der Operationen in den einzelnen Jahren:

Die Operation wurde nach der AO-Methode in der auf Seite 43 geschilderten Weise durchgeführt. In einzelnen Fällen wurde Spongiosa aus dem distalen Radiusende zwischen die Kahnbeinhälften implantiert.

Die durchschnittliche Dauer des Klinik-Aufenthalts betrug 10,58 Tage, wobei die kürzeste Verweildauer 3, die längste 30 Tage ausmachte.

7 Patienten wurden krankengymnastisch nachbehandelt.

Die Einweisung von Patienten zur Operation war in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich:

ab VII/65	1966	1967	1968	1969	1970	1971	bis IV/72
3	6	-	9	1	3	10	2

Sämtliche Wunden waren per primam verheilt.

12) Art und Dauer der Immobilisation:

Alle Frischoperierten wurden mit einer Gipsschiene versorgt. Diese wurde im Durchschnitt nach einer Woche entfernt. In 2/3 der Fälle mußte die Gipsschiene länger getragen werden.

Dauer der postoperativen Ruhigstellung mit Gipsschiene

bis zu einer Woche	11
bis 4 Wochen	10
bis 8 Wochen	5
bis 12 Wochen	4
bis 6 Monate	2
bis 1 Jahr	1

Summe

33

Es wurden 2/3 der Patienten zur weiteren Nachbehandlung Ledermanschetten nach BÜRKLE de la CAMP verordnet. Diese sollten bei Gewährleistung der Ruhigstellung im Handgelenk einen weitgehenden Gebrauch der verletzten Hand ermöglichen. In der folgenden Tabelle sind Patienten, die zwar eine Ledermanschette verordnet bekamen, sie jedoch nie trugen, unter "keine", solche die sie zwar nicht ständig trugen, aber doch täglich wenigstens für einen gewissen Zeitraum, meistens nachts anlegten, bis zu dem Zeitpunkt aufgeführt, bis zu dem sie das regelmäßig taten. Ausschlaggebend für die Zeitangaben war die Anwendung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im September 1972.

Zeitraum des Tragens einer Ledermanschette nach
BÜRKLE de la CAMP

Keine Ledermanschette	11
bis 6 Monate	7
bis 1 Jahr	6
bis 3 Jahre	5
bis 6 Jahre	1
über 6 Jahre	3

Summe	33
-------	----

13) Arbeitsunfähigkeit:

Da das Ziel der AO-Methode, die Schaffung einer übungsstabilen Osteosynthese, u.a. an dem Parameter Zeit, die von der Operation bis zur Wiederaufnahme der Arbeit verstrich, gemessen werden kann, wird im folgenden der Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit aufgeführt. Dabei ist besonders interessant, daß in 2/3 der Fälle die Halbjahresgrenze nicht überschritten werden mußte.

Postoperative Arbeitsunfähigkeit

bis 3 Monate	11
bis 6 Monate	11
bis 12 Monate	10
20 Monate	1

Summe	33
-------	----

Der Patient, der 20 Monate arbeitsunfähig war, hatte bei einem Autounfall eine De QUERVAIN'sche Luxationsfraktur erlitten. Hinzu kamen noch mehrere schwere Verletzungen an anderen Körperteilen, so daß seine lange Arbeitsunfähigkeit nicht allein der Operation wegen der Kahnbeinfraktur angelastet werden darf.

14) Beruf:

Alle unsere Patienten waren zum Zeitpunkt der Verletzung berufstätig. Nach Abschluß der Behandlung übten 24 (73 %) ihren alten Beruf beim gleichen Arbeitgeber unverändert weiter aus. Insgesamt 6 veränderten sich. 4 von ihnen wurde vom gleichen Arbeitgeber eine leichtere Arbeit zugewiesen, 2 wechselten Arbeitgeber und Betätigungsart. Von einem direkten Berufswechsel kann in diesen Fällen nicht gesprochen werden, da die Patienten Hilfsarbeiter waren.

Es findet sich ein einziger Fall von Umschulung, ein Heizungsmonteur, der auf Technischer Zeichner umgeschult wurde, jedoch nach der Behandlung in dieser Klinik in seinen früheren Beruf zurückkehren konnte. Von 3 weiteren Patienten ist das Ergebnis noch unbekannt, da die Behandlung noch nicht abgeschlossen ist.

Kein Wechsel	24 (73 %)
Gleicher Arbeitgeber Leichtere Arbeit	4
Anderer Arbeitgeber andere Arbeit	2
Unbekannt	3
Total	33

Es stellt sich des weiteren die Frage nach der Berufsabhängigkeit der Verletzung. Eine deutliche Dominanz der Verletzten, die aus Berufen kamen, die schwere Arbeit leisten, 15 (45,5 %), ist festzustellen. Bei der Zuordnung zu den Gruppen Schwere, Mittlere und Leichte Arbeit, wurde allein nach der körperlichen Beanspruchung, der in diesen Berufen Tätige im allgemeinen ausgesetzt sind, vorgegangen.

Art der Arbeit	♀	♂	TOTAL	%
Schwere	-	15	15 =	45,5 %
Mittlere	1	8	9 =	27,25 %
Leichte	1	8	9 =	27,25 %
Total	2	31	33 =	100 %

15) Materialentfernung:

In 7 Fällen wurde die Schraube entfernt. Dabei betrug der durchschnittliche Krankenhaus-Aufenthalt 6 Tage.

Materialentfernung

nach einem Jahr	2
nach 2 Jahren	1
nach 3 Jahren	1
nach 4 Jahren	2
nach 6 Jahren	1
Summe	7

Davon waren 5 konsolidiert, 2 Pseudarthrosen. Dabei wurde bei einem Falschgelenk, um einen eventuellen Störfaktor der Konsolidierung zu beseitigen, der Processus styloideus radii entfernt.

16) Erfolge:

Bei 6 Patienten war eine Zweitoperation nötig. Sie hatten sich nicht an die Anweisungen gehalten und die Osteosynthese zu früh und überlastet. In fünf Fällen hatte sich die Schraube gelockert. In 4 Fällen wurde sie nachgezogen, in einem Fall durch eine 2 mm längere ersetzt. In einem Fall lag ein Schraubenausriß vor.

Im folgenden sollen die Erfolge anhand verschiedener Parameter dokumentiert werden:

a) Lokalisation des Bruchs

Bruchlokalisation und Behandlungsergebnis (Abb. 16)

Distal	2 (6 %)	1 (50 %)	-	1 (50 %)
Mittel	22 (67 %)	8 (36,5 %)	6 (27 %)	8 (36,5 %)
Proximal	9 (27 %)	3 (33 %)	3 (33 %)	3 (33 %)
Summe	33 (100 %)	12 (36,5 %)	9 (27 %)	12 (36,5 %)

	Summe	konsolidiert	Im Durchbau	Pseudarth.
=====				

Für die Einteilung: Konsolidiert, Im Durchbau und Pseudarthrose wurde der Röntgenbefund bei der Nachuntersuchung herangezogen.

Abb. 16: Bruchlokalisation: In Klammern Behandlungsergebnis in Prozent.

b) Bruchspaltverlauf:

Ebenfalls von BÖHLER, TROJAN und JAHNA eingeführt und oft in der Literatur (5, 21, 28, 39, 44, 56, 63) gefunden, ist die Einteilung nach Bruchspaltverlauf.

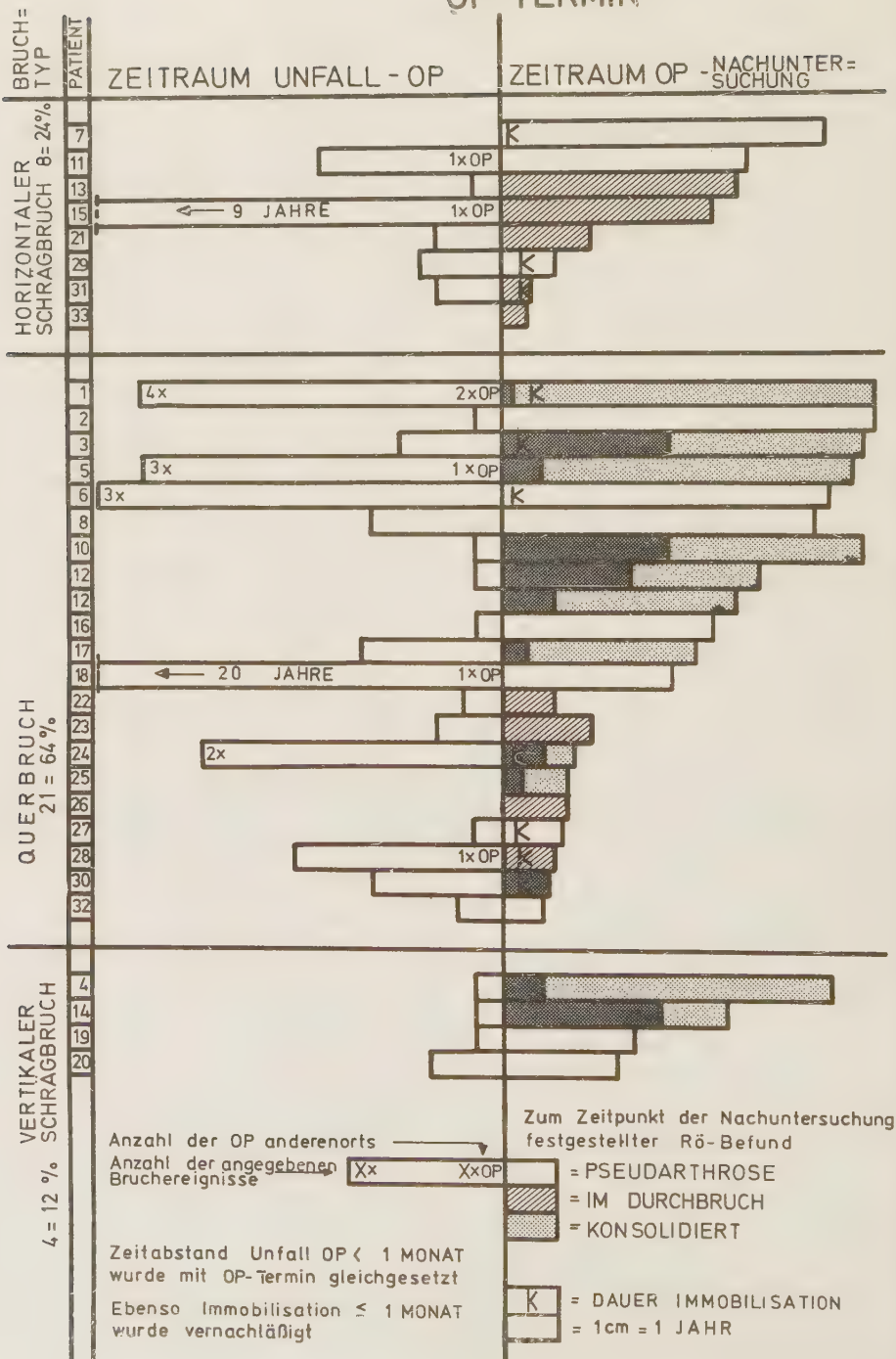
Horizontaler Schrägbruch	8 (24,2 %)	-	5 (62,5%)	3 (37,5%)
Querbruch	21 (63,5 %)	10 (47,5 %)	4 (19 %)	7 (33,5 %)
Vertikaler Schrägbruch	4 (12,3 %)	2 (50 %)	-	2 (50 %)
Summe	33 (100 %)	12 (36,5 %)	9 (27 %)	12 (36,5 %)
	Summe	Konsolidiert	Im Durch- bau	Pseud- arthrose

c) Alter der Fraktur:

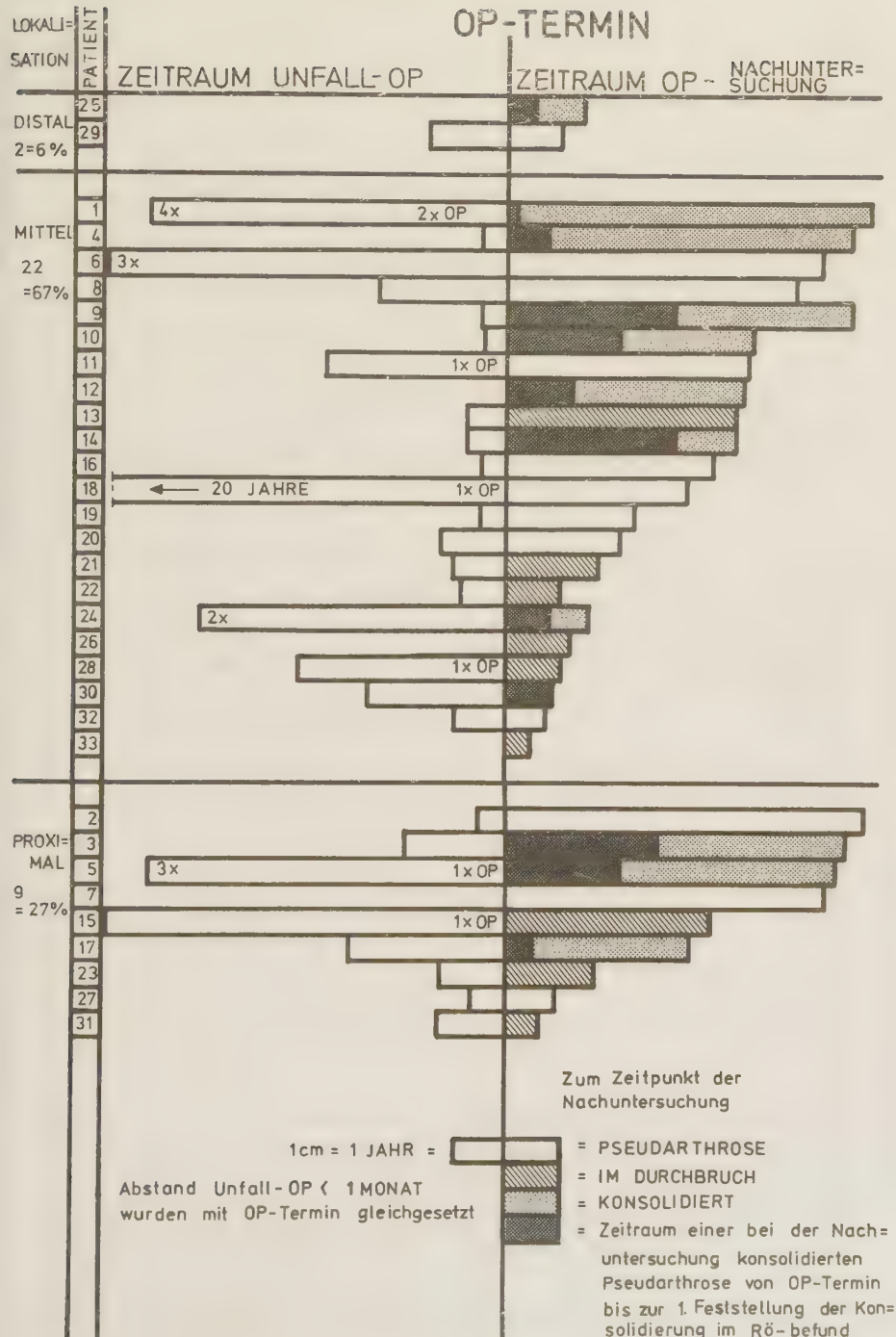
Behandlungsergebnis in Abhängigkeit vom Alter der Fraktur

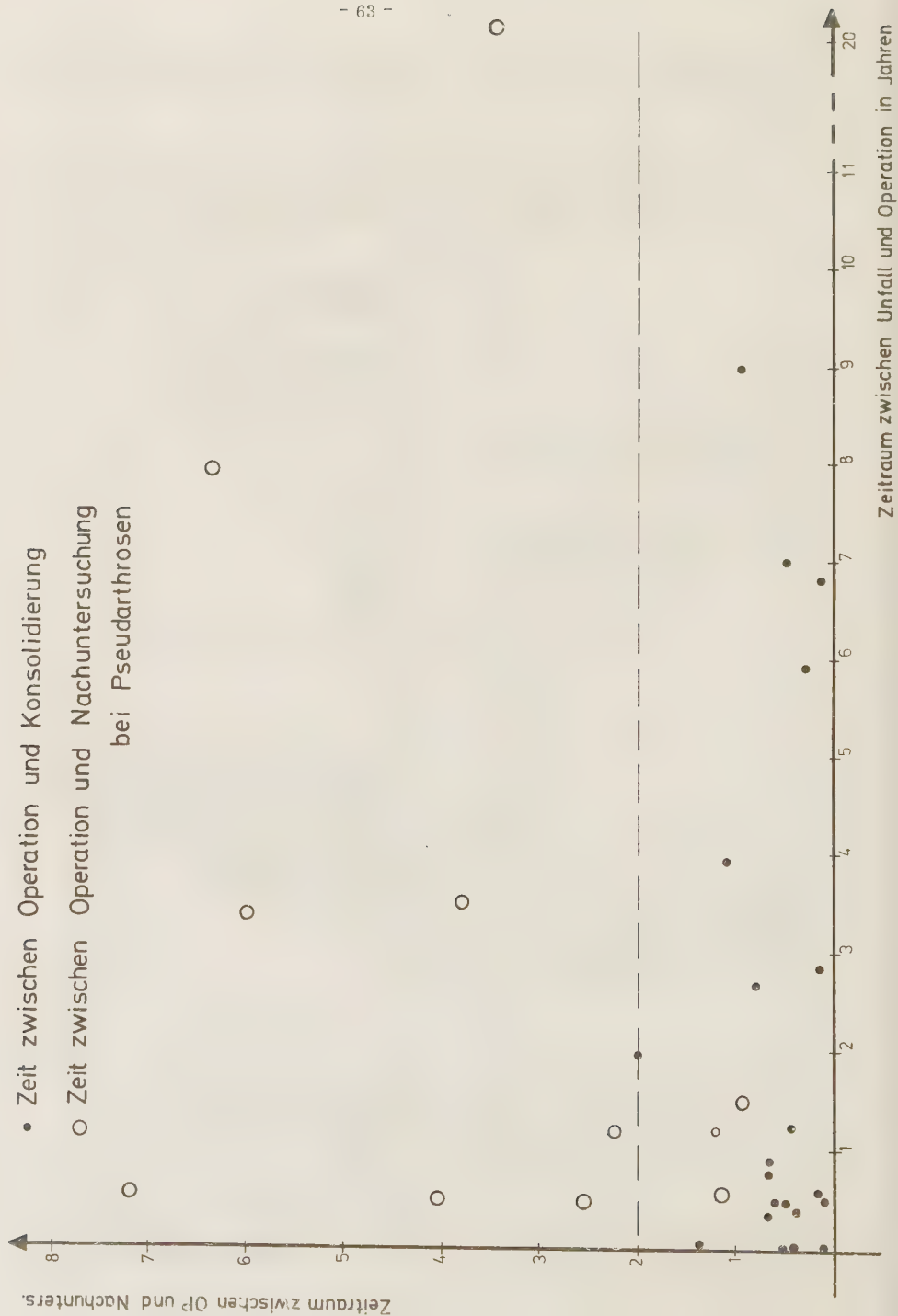
Alter	Summe	Konsolidiert	Im Durchbau	Pseud- arthrose
Bis 1 Monat	4	2	2	-
Bis 1/2 Jahr	9	4	1	4
Bis 1 Jahr	4	-	1	3
Zwischensumme I	17 = 51,5 %	6 = 18 %	4 = 12 %	7 = 21,5 %
Bis 2 Jahre	5	1	3	1
Bis 5 Jahre	6	3	1	2
Bis 10 Jahre	4	2	1	1
Bis 20 Jahre	1	-	-	1
Summe II	16 = 48,5 %	6 = 18 %	5 = 15 %	5 = 15 %
Total I u. II	33 = 100 %	12 = 36,5 %	9 = 27 %	12 = 36,5 %

OP-TERMIN



OP-TERMIN





Beinahe die Hälfte aller behandelten Fälle war älter als 1 Jahr. Der älteste Fall, eine Pseudarthrose die bereits 2 mal operiert worden war, bestand schon 20 Jahre zum Zeitpunkt der Operation, der jüngste, eine De QUERVAIN'sche Luxationsfraktur, 3 Tage.

d) Röntgenbefund:

Bei der Nachuntersuchung wurden vom Röntgenologen 12 = 36,5 % als konsolidiert, 9 = 27 % als im Durchbau begriffen und 12 = 36,5 % als Pseudarthrosen beschrieben.

e) Klinischer Befund:

Die folgenden Angaben wurden bei der Nachuntersuchung festgestellt. Es wurde darauf verzichtet, etwa die Bewegungseinschränkung detailliert in Grad wiederzugeben, da diese Werte kaum zu vergleichen gewesen wären. Dies aus folgenden Gründen:

1. 7 Operierte, d.h. 21 %, hatten eine Materialentfernung hinter sich. Also waren 4/5 der Fälle noch durch das inliegende Material wenigstens potentiell behindert.
2. Ebenfalls 4/5 der Fälle hatten keine Krankengymnastik erhalten.
3. Der Abstand zur Operation von der Zeit der Nachuntersuchung an schwankte zwischen 7 Jahren und 4 Monaten (Tab. 2., 3. u. 4.).

Aus den eben angeführten Punkten geht hervor, daß die Chancen der einzelnen Patienten, sich volle Beweglichkeit in ihrem Handgelenk zu sichern, so gewaltig differierten, daß eine Diversifikation dieses Punktes wenig produktiv gewesen wäre. Ähnliches gilt für manchen anderen Punkt.

Zur genauen Darstellung wird im folgenden zwischen objektiven Kriterien, die vom Untersucher erfaßt werden konnten, und subjektiven, bei denen er sich nach den Mitteilungen des Patienten richten mußte, unterschieden.

Objektiver klinischer Befund:

Befund	Kons.	Durchbau	Pseud- arthr.	Total
Bewegungseinschränkung	4	4	7	15
Tabatièredruckschmerz	2	1	-	3
Parästhesien	5	5	4	14

Subjektive Angaben der Patienten zur Befunderhebung:

Befund	Kons.	Durchbau	Pseud- arthr.	Total
Belastungsschmerz	5	7	7	19
Wetterempfindlichkeit	2	2	4	8
Schwellung, gelegentl.	3	4	2	9
Kraftminderung	1	1	1	3
Keine	2	1	-	3
Anzahl der Patienten	12	9	12	33

f) Subjektives Befinden der Patienten:

Es handelt sich hier um einen Gesichtspunkt in der Befragung, der ungeheuer wichtig ist, zumal, wenn man ihn mit den objektiven Tatsachen - wie sie sich im Röntgenbild darstellen - vergleicht.

So fällt auf, daß sich immerhin 28 Patienten d.h. 85 % subjektiv besser fühlen. Darauf ist am Ende der Diskussion einzugehen.

Subjektives Befinden der Patienten	sehr gut	gut	schlecht	Total
Konsolidiert	10	1	1	12
Im Durchbau	-	8	1	9
Pseudarthrose	3	6	3	12

Summe	13	15	5	33

Als "sehr gut" wurde gewertet, wenn die Patienten ihr Befinden mit dem vor der Läsion gleichsetzten, "gut" bei der Bewertung besser als vor der Operation und "schlecht", wenn das Befinden wie vor der Operation war.

DISKUSSION

Bezogen auf den siebenjährigen Untersuchungszeitraum erscheint die Anzahl der Patienten gering. Doch macht die Navicularefraktur laut BÖHLER (3) nur 1 % aller Knochenverletzungen aus und davon können 95 % konservativ abgeheilt werden.

So wurde bei der größten Statistik, die bei der Durchsicht des zu dieser Arbeit gesammelten Schrifttums auf-
fiel, nämlich der von TROJAN (zitiert nach ANDREESEN (1)) unter 1113 Fällen nur 4 % Pseudarthrosen d.h. rund 44 Fälle gefunden. Unser Krankengut ist also relativ sehr groß.

Diese Verletzung scheint jenseits des 40. Lebensjahres kaum mehr aufzutreten, so daß man wohl mit Recht von einer Verletzung des frühen Mannesalters sprechen kann (KNORR). So findet man auch in der Literatur (2, 7, 10, 19, 27, 30, 34, 36, 50, 57) ähnliche Angaben zur Altersverteilung, wie auch allgemein (10, 25, 27, 30, 36, 50, 53, 57) ein Anteil von 90 % Männern genannt werden.

Während in der Literatur (2, 7, 10, 11, 25, 34) die Ergebnisse stark differieren, konnten wir keine Seitendisposition feststellen, was bei den zu Grunde liegenden Unfallursachen und -mechanismen auch nicht weiter verwunderlich ist.

Ein sehr interessantes Ergebnis liefert die Einteilung der Pseudarthrosen nach den für die Behandlung von Navicularefrakturen üblichen Kriterien der Lokalisation und des Bruchtyps. Die Lage des Bruchspaltes der hier untersuchten Pseudarthrosen unterscheidet sich kaum von den in der Literatur von verschiedenen Autoren in geringen Ab-

weichungen angegebenen Prozentsätzen der Lokalisation frischer Brüche. Das bedeutet, daß für alle Frakturen, eingeteilt nach der Lage des Bruchspaltes in proximales, mittleres und distales Drittel bei sonst gleichen Gegebenheiten die Chance gleich groß ist, ein Falschgelenk zu entwickeln.

Anders bei der Einteilung nach dem Bruchtyp, wobei sich die allgemeine Auffassung, der vertikale Schrägbruch neige besonders zur Pseudarthrosenbildung, bestätigt.

Um zu einer echten Prognose zu gelangen, empfiehlt sich daher nur die Einteilung nach dem Bruchtyp. Das bedeutet aber auch, daß für die Pathogenese der Naviculare-Pseudarthrose praktisch nur der mechanische Faktor ursächlich verantwortlich ist.

Eine hervorstechende Unfallursache fand sich nicht. Bei etwa gleichviel Patienten war ein Arbeits-, Sport- oder Verkehrsunfall die Ursache der Verletzung. Nur in der Kategorie Häuslicher Unfall fanden sich deutlich weniger Patienten. Dagegen wiesen die Untersuchungsgruppen mehrerer Autoren, die allerdings auch frische Frakturen umfaßten, vorzüglich Arbeitsunfälle auf. Damit steht fest, daß die Unfallursache nicht zur Pseudarthrose prädestiniert. Das gleiche gilt auch für den Unfallmechanismus, in beinahe $3/4$ der Fälle ein Sturz, beim Rest direkter Schlag. Dies bestätigt ein Ergebnis, das schon bei den anfänglichen Untersuchungen zu diesem Thema Ende des vorigen Jahrhunderts von Militärärzten in großen Kollektiven gefunden worden war: den Sturz aus großer Höhe.

Eine Relation zu Alter, Geschlecht, Beruf oder Unfallursache war nicht herzustellen. Allerdings scheint die Gelegenheit, beim Sturz auf die dorsiflektierte Hand das Naviculare zu brechen, besonders beim Kopfballduell wäh-

rend des Fußballspiels gegeben zu sein. Immerhin 5 Patienten hatten sich so verletzt. Dieser Mechanismus: Sturz auf die ausgestreckte Hand, wobei das Handgelenk in maximaler Dorsiflexion gebeugt und so das Naviculare abgeschernt wird, scheint die Ursache der Navicularefraktur - abgesehen vom direkten Schlag - zu sein (2, 3, 8, 18, 34, 35, 36, 39, 44, 45, 50, 52, 63). Der von manchen Autoren (5, 52) getrennt aufgeführte Rückschlag mit der Kurbel beim Anwerfen des Motors, dürfte erstens in unserer Zeit nicht mehr allzu oft vorkommen und zweitens ist doch bei genauerem Überlegen der Mechanismus mit dem oben angeführten identisch. Der Ermüdungsbruch aufgrund von Arbeiten mit dem Preßlufthammer, wie er vor allem von Autoren aus dem Ruhrgebiet (ANDREESEN (1) u.a. (5, 21)) gefunden wurde, tauchte in dieser Untersuchung nicht auf. Ebenso die von STEYER (53) gefundenen primären Knochennekrosen und Metastasen (18, 41).

Die verspätete und falsche Diagnosestellung dürfte in vielen Fällen die Ursache für die Häufigkeit der Pseudarthrosen sein. Die Schwierigkeit dabei besteht vor allem in einer verschwommenen und uncharakteristischen Symptomatik. Sie war so wenig einprägsam, daß sich nur wenige Befragte spontan im Detail dazu äußern konnten. Besonders unauffällig sind die Symptome bei einer voll entwickelten Pseudarthrose. Meist stellen die Patienten nur gelegentlich Beschwerden fest. Dies jedoch, vor allem eine Kraftminderung, bemerken natürlich hauptsächlich Menschen, die beruflich besonders auf die Funktionsfähigkeit ihrer Hand als Werkzeug angewiesen sind. Da die Hälfte unseres Krankengutes in Berufen beschäftigt ist, wo diese Belastung dauernd auftritt, führten die ständigen Beschwerden zur Berufsunfähigkeit und damit zur Berentung, würde nicht wenigstens der Versuch gemacht, die Sache operativ zu bereinigen.

Röntgenverfahren und die Beurteilung der Bilder stellen kein besonderes Problem mehr dar. Wichtig ist nur, darauf hinzuweisen, daß bei Verdacht auf Navicularefraktur durch Symptomatik oder Anamnese auf keinen Fall die Herstellung eines Röntgenbildes und bei negativem Befund zur Verifizierung in 14-tägigem Abstand eines zweiten versäumt werden sollte.

Da nur in etwas mehr als der Hälfte der Fälle die Diagnosestellung sofort erfolgte, liegt hierin der Grund für die Entstehung zumindestens eines bedeutenden Teiles der Pseudarthrosen.

Zudem sind, setzt man das Wissen um die Läsion als bekannt voraus, 2/3 unserer Patienten falsch behandelt worden. Die einzig adäquate Ruhigstellung, wie Sie schon von BÖHLER angegeben wurde, der Faustgips nach REHBEIN-DÜBEN, wurde nur in 9 Fällen, d.h. 30 % verwirklicht. Ebenfalls 30 % wurden überhaupt nicht behandelt. Die beiden Operationen waren nötig, da es sich um De QUARVAIN'sche Luxationsfrakturen handelte. Die Tatsache, daß ein Drittel der später mit Falschgelenken behafteten Personen erst nach einem Monat beim Arzt waren, macht nochmals die Wichtigkeit der Früherkennung der Navicularefraktur zur Vermeidung von Spätschäden deutlich.

Einen Eindruck von der teils sehr schweren Anamnese der Patienten die zur Behandlung kamen, wie von der Schwierigkeit der Behandlung der Pseudarthrosen überhaupt, gibt die Tatsache, daß sich 4 Patienten diesen Bruch bereits mehrfach, einer sogar 4 mal, zugezogen hatten und 6 Patienten anderenorts, einer sogar 2 mal, operiert worden war. Das heißt 18 % der Patienten hatten bereits eine Operation mit dem Ziel die Pseudarthrose zu beseitigen, hinter sich (an einer anderen Klinik). Nur 21 % waren im Rahmen der Klinik erstversorgt worden, so daß zu uns 4/5 der Patienten kamen,

da man ihnen anderenorts nicht mehr helfen zu können glaubte. Damit war diese Untersuchung auch in Bezug auf die Berichterstattung über die Vorbehandlung und die Maßnahmen anderer Ärzte in 80 % der Fälle völlig auf die Befragung der Patienten angewiesen. Das impliziert, daß die Mitteilungen über ärztliche Maßnahmen von Laien, noch dazu - naturgemäß sehr subjektiv - von den persönlich betroffenen Verletzten gemacht wurden. Da die Abteilung für den Patienten die letzte Station seiner Behandlung darstellte, somit die vorhergehende Therapie erfolglos war, dürfte seine Berichterstattung durch diese Tatsache beeinflusst gewesen sein. Dies sollte bei der Diskussion von einzelnen Punkten dieser Untersuchung, die ja auch eine follow-up-studie ist, nicht übersehen werden.

Zweitens folgt hieraus: Alle Fälle waren wirklich im Endstadium. Eine Operation war in jedem Fall die letzte Möglichkeit, diesen Menschen zu helfen.

Der zeitliche Abstand, der in den einzelnen Fällen zwischen Unfall und Operation verstrichen war, bestätigt dies. Bestanden doch die Hälfte der Pseudarthrosen seit über einem Jahr, der Extremfall sogar schon über 20 Jahre. So war der Ausgangspunkt der operativen Maßnahme in jedem Fall ein anderer und in Anbetracht des von einem Monat bis zu 20 Jahren differierenden Alters der Verletzung auch sehr unterschiedlich. Trotz gleichem pathologisch-anatomischen Substrat wird damit der Vergleich schwierig und im Bewußtsein der eben erwähnten Einschränkung sollte das Ergebnis bewertet werden.

Die Operation wurde einheitlich nach der AO-Methode durchgeführt. Ein Punkt, bei dem die Diskussion einsetzen kann. Denn gemäß den Vorstellungen der Begründer der AO wurde in Fällen, in denen die Pseudarthroseflächen nicht voll zur

Adaptation gebracht werden konnten, autoplastische Spongiosa aus dem distalen Radiusende implantiert. Da bei der auf Kompression zielenden Verschraubung die Spongiosa zerkrümelt, wenn nicht gar aus dem Bruchspalt herausgedrängt wird, erscheint doch der Sinn dieser Maßnahme zumindestens fraglich.

Was allgemein die AO-Methode bei der Versorgung der Naviculare-Pseudarthrosen betrifft, sollte man ihr wohl wegen der unbestreitbaren Vorteile, die sie durch gleichzeitige Ruhigstellung, Anfrischung und Kompression des Falschgelenkes sowie der Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Gelenks im Gegensatz zu den vorher genannten verstümmelnden Eingriffen bietet, den Vorzug geben. Die das Operationsrisiko darstellende Verletzung eines Astes der A. radialis wurde weder in dieser Untersuchung noch irgendwo in der Literatur gefunden.

Da alle Fälle per primam verheilten, scheinen auch von dieser Seite her bei Beachtung der entsprechenden Kautelen keine Komplikationen zu drohen.

Der lange durchschnittliche Klinikaufenthalt von ca. 10 Tagen kommt hauptsächlich dadurch zustande, daß einige wenige Patienten gezwungen waren, bis zu einem Monat stationär zu bleiben. Im allgemeinen wurde die Woche nicht überschritten. Außerdem müssen die Patienten einen Tag vor der Operation einbestellt werden.

Die nur in 7 Fällen verordnete Krankengymnastik sollte öfter verordnet werden. Leider kann wegen der geringen Zahl der so Nachbehandelten und wegen der unterschiedlichen Häufigkeit der Behandlungen bei den einzelnen Patienten keine Aussage über die Auswirkung dieser Übungsbehandlung auf den Erfolg der Gesamtbehandlung gemacht werden. Sie wird jedoch von mehreren Autoren dringend empfohlen (3, 4, 12, 28, 36, 41).

Was die Immobilisation betrifft, hat sich das Prinzip der AO je nachdem ob eine absolut stabile Verschraubung oder nur eine gute aber nicht belastbare Stabilität hergestellt werden konnte, im ersten Fall nur mit einem Verband zu behandeln, also überhaupt nicht zu immobilisieren oder im zweiten Fall postoperativ eine Gipsschiene zu legen, bewährt.

Über den Erfolg des Tragens einer Ledermanschette nach BÜRKLE de la CAMP, wie sie in der Literatur mehrfach empfohlen wird (11, 14, 17, 43, 63) kann hier wenig ausgesagt werden, da die Patienten den Zeitpunkt des Tragens im allgemeinen nach eigenem Gutdünken einrichteten, so daß man nur über den Zeitraum des Tragens berichten kann. Doch scheint sie sich bei den meisten Trägern bewährt zu haben, besonders zur Bewältigung schwerer körperlicher d.h. manueller Arbeit.

Alle Patienten wurden angewiesen, bis zur radiologisch nachweisbaren Konsolidierung schwere manuelle Arbeit zu meiden. Um Störungen der Konsolidierung zu verhindern, wurde in vielen Fällen eine ziemlich lange Arbeitsunfähigkeit nötig. Daß die Halbjahresgrenze in 2/3 der Fälle nicht überschritten werden mußte, spricht für die angewandte Operationsmethode. Bedeutet dies doch eine baldige Rehabilitation und damit eine zusätzlich soziale Indikation für diese übungsstabile Osteosynthese.

Dieser Vorteil kann jedoch durch Nichtbefolgen der ärztlichen Anweisungen durch den Patienten gefährdet werden, wie sich bei den 6 Fällen zeigte, bei denen eine Zweitoperation notwendig war, weil die Osteosynthese einer frühzeitigen und zu starken Belastung ausgesetzt war.

Weiterhin spricht für eine soziale Indikation, daß bei einer Verletzung, die häufig zur Berentung oder zum Berufswechsel führt, jeder Berufswechsel verhindert, ja sogar eine bereits vollzogene Umschulung mit Berufswechsel auf die Operation hin rückgängig gemacht werden konnte. Dies wiegt besonders schwer, da die Hälfte unserer Patienten in Berufen mit schwerer körperlicher Arbeit tätig waren.

Ein schwieriger Punkt bei der Betrachtung der Ergebnisse ist die geringe Zahl der Materialentfernungen (weniger als ein Viertel). Die gleichmäßige Bewertung der Erfolge wird deswegen erschwert, weil die inliegenden Schrauben ein gewaltiger stabilisierender Faktor sind und über die Belastbarkeit der Osteosynthese ohne diese Komponente auch bei klarer röntgenologischer Konsolidierung schwer Aussagen und Voraussagen zu machen sind. Durch die geringe durchschnittliche Dauer des Klinik-Aufenthaltes bei der Materialentfernung von 6 Tagen ist immerhin ein Argument entkräftet, das immer wieder gegen das Einbringen der Schraube vorgebracht wird: Es sei noch eine zweite Operation nötig.

Doch wird man sich, vor die Frage gestellt, zwischen einer monatelangen Immobilisation mit längerer Arbeitsunfähigkeit oder diesem kurzen zusätzlichen Klinik-Aufenthalt zu wählen, leicht für das letztere entscheiden.

Als Parameter für Erfolge, die mit dieser Methode erzielt werden konnten, wurden Bruchlokalisierung, Bruchtyp, Frakturalter, Röntgenbefund, klinischer Befund und subjektives Befinden der Patienten bewertet.

Wie schon früher festgestellt, spielt die Lage des Bruchspaltes, die Bruchlokalisierung keine Rolle für die Prognose. Blieb doch der Anteil des distalen, mittleren und pro-

ximalen Drittels des Naviculare an der Gesamtmenge der Fälle von der ersten Feststellung des frischen Bruches über die Diagnose der Pseudarthrose bis zur Konstatierung des postoperativen Erfolges bei der Nachuntersuchung gleich. Es ließ sich auch keine Tendenz, die für die Pathogenese der Pseudarthrose oder für die Chance eines Operationserfolges sprach, daraus ableiten.

Im Gegensatz dazu muß bei Einteilung nach dem Bruchspaltverlauf dem vertikalen Schrägbruch aus in vorhergehenden Abschnitten bereits geschilderten Gründen bei der Pathogenese der Pseudarthrose aufgrund des mechanischen Faktors eine Präferenz eingeräumt werden. Genau dieser Faktor wird aber durch die Behandlung des Falschgelenkes mit der Naviculareschraube ausgeschaltet. Somit sind auch beim vertikalen Schrägbruch und beim Querbruch die vor der Verschraubung wirksamen störenden äußeren Scherkräfte ausgeschaltet. Allein wirksam sind nur noch die durch die Schraube auf die Bruchflächen ausgeübten Druckkräfte, die ja jetzt die Osteosynthese fördernde Kompression bewirken sollen, die zuvor nur dem horizontalen Schrägbruch als Wirkung des Muskelzuges zugekommen war. Demnach bietet sich für diesen Bruch keine weiteren Konsolidierungsvorteile durch die Verschraubung. Diese Vorstellung wird durch das Ergebnis der Nachuntersuchung bestätigt. Während bei keinem horizontalen Schrägbruch eine Konsolidierung erreicht werden konnte, war dies beim Querbruch und beim vertikalen Schrägbruch in jeweils der Hälfte der Fälle möglich. Folglich ist die Prognose, einen horizontalen Schrägbruch bei bestehender Pseudarthrose durch AO-Ver-sorgung auszuheilen, sehr schlecht.

Anlaß zu Optimismus und zu großzügiger Operationsindikation gibt die Erfolgsbetrachtung in Abhängigkeit von der Dauer des Pseudarthrosen-Bestehens. War doch die Konsolidierungsquote bei den beiden Gruppen der bis zu einem Jahr

bestehenden Pseudarthrosen, die über die Hälfte der Fälle ausmacht und bei der Gruppe der älteren Falschgelenke eben-
sogroß. Dabei war die älteste, darauf sei nochmals hinge-
wiesen, 20 Jahre alt. Das Alter einer Pseudarthrose sollte
also nie von dem Versuch abhalten, sie operativ auszuheilen
(Tab. 2., 3. u. 4.).

Eine Zusammenstellung der Röntgenbefunde, die sich bei der
Nachuntersuchung ergaben, stützt diese Feststellung. Da
der Röntgenbefund das objektivste Ergebnis eines Operations-
erfolges ist und allen anderen Vergleichen zugrundeliegt,
darf man sagen, daß das Ergebnis von beinahe $\frac{2}{3}$ aller
Fälle konsolidiert bzw. im Durchbau als sehr guter Erfolg
zu werten ist. Dies vor allem bei der meist prognostisch
wirklich nicht günstigen Anamnese, gemessen an den in der
Literatur allgemein angegebenen Kriterien.

Wie zu erwarten, ergab die Erhebung des klinischen Befun-
des kein klares Symptomenbild, handelte es sich ja, wie
inzwischen dargestellt, teils um abgeheilte, teils im
Durchbau begriffene, teils bereits wiederum manifeste
Pseudarthrosen. Auffällig ist besonders die hohe Zahl
von Bewegungseinschränkungen (beinahe die Hälfte aller
Fälle), wobei die Gruppe der bereits wieder manifesten
Falschgelenke wesentlich stärker betroffen ist, als die
beiden anderen Gruppen. Ein Erfolg der gelungenen Osteo-
synthese. Die Parästhesien sind nicht weiter zu berück-
sichtigen, handelt es sich doch meist um ein taubes Ge-
fühl im Bereich der Operationsnarbe, das die Patienten
nicht weiter störte. Dies gilt auch für die Bewegungs-
einschränkungen.

Der weiters durch eine größere Anzahl von Klagen imponie-
rende Bewegungsschmerz war zwar bei den konsolidierten
Falschgelenken seltener als bei manifesten, läßt sich aber
anscheinend ebenso wie die Bewegungseinschränkung nicht in
jedem Fall durch therapeutische Maßnahmen beseitigen.

Doch sollte man sich dadurch keineswegs von der Operation abhalten lassen. Scheinen doch für den Patienten subjektiv gewaltige Abstufungen in der Intensität dieser Beschwerden zu bestehen. Wäre dies nicht der Fall, hätten nicht 85 %, aufgefordert, einen Vergleich in ihrem Befinden zum Zustand vor der Operation zu ziehen, eine Besserung festgestellt. Beinahe alle Patienten, bei denen es zur Konsolidierung gekommen war, gaben an, ihr Zustand sei jetzt wie vor dem Unfall. Interessanterweise wurde diese Beschreibung auch von einem Viertel der Patienten mit manifesten Pseudarthrosen gegeben. Dies scheint durch den Stabilisierungseffekt der Schraube erreicht zu werden.

Somit besteht außer einer großen Wahrscheinlichkeit, eine Konsolidierung zu erreichen, auf jeden Fall die Chance, den Verletzten eine Hilfe zu geben, sie praktisch beschwerdefrei zu machen und ihnen damit vor allem zu ermöglichen, ihren Beruf und damit Funktion und Stellung in der Gesellschaft wieder aufzunehmen. Und einem Menschen, dem sonst Berentung oder Berufswechsel droht, kann das viel bedeuten.

Versucht man nun die AO-Methode im Vergleich zu anderen in dieser Arbeit erwähnten Operationsverfahren zu werten, soll sie aufgrund der in dieser Überprüfung der Erfolge dieses Verfahrens festgestellten Vorteile als Therapie der Wahl angesehen werden. Im einzelnen bestehen folgende Vorteile:

1. Die Möglichkeit der Ruhigstellung unter gleichzeitiger Erhaltung der Funktion,
2. die Anfrischung der bereits sklerosierten Bruchflächen,
3. durch die Kompression der Bruchflächen wird ein zusätzlicher osteogenetischer Faktor für die Konsolidierung geschaffen,

4. die durch die Komponenten 1. - 3. geschaffene
übungsstabile Osteosynthese ermöglicht eine be-
deutende Verkürzung der verletzungsbedingten
Arbeitsunfähigkeit, was von großem ökonomischen
und sozialen Vorteil, sowohl für den einzelnen,
als auch für den Staat ist.

Die Verschraubung nach der AO-Methode ist folglich das
beste zur Zeit zur Behandlung der Naviculare-Pseudarthro-
se zur Verfügung stehende operative Verfahren, da das in
einer Verletzung eines Astes der A. radialis bestehende
Operationsrisiko grundsätzlich bei allen operativen Ver-
fahren das gleiche ist.

Eine Verbesserungsmöglichkeit bestände darin, den Patien-
ten den Zweitaufenthalt in der Klinik zur Materialentfer-
nung zu ersparen und dabei gleichzeitig den Prozentsatz
der voll funktionsfähigen Handgelenke zu erhöhen. Dies
könnte durch ein Material gelingen, das einmal eingebracht,
nicht mehr entfernt zu werden brauchte. Ob ein derartiges
Verfahren größeren Erfolg bringen kann, muß jedoch erst
die Zukunft erweisen.

Aufgrund unserer Erfahrungen ergeben sich als definitive
Indikationsstellung für die AO-Versorgung folgende Fälle:

1. Grundsätzlich sollten alle röntgenologisch als
Falschgelenke erkannten Navicularebrüche ohne
Rücksicht auf Alter der Fraktur und den vorlie-
genden Bruchtyp in der oben geschilderten Weise
operativ versorgt werden,
2. jeder dislozierte Bruch,
3. alle komplizierten Brüche wie
 - a) perilunäre Luxationsfrakturen
 - b) Kombination des Kahnbeinbruchs mit schwerer
Zertrümmerung des handgelenknahen Speichenendes,

4. eventuell sollte auch jeder nicht dislozierte vertikale Schrägbruch möglichst früh einer operativen Versorgung zugeführt werden.

Im allgemeinen sollte man die Indikation zur Operation nicht zu eng stellen. Auf die außer der medizinischen noch bestehende soziale Indikation sei nochmals hingewiesen.

Regelmäßige Röntgenkontrollen sind zur Überprüfung des Operationserfolges nötig. Liegen folgende Kriterien vor, ist eine Pseudarthrose röntgenologisch konsolidiert.

Der Bruchspalt soll möglichst nicht mehr sichtbar und in voller Breite überbrückt sein. Die Sklerosierung der beiden Bruchflächen darf nicht nur aufgelockert, sondern sie muß vollständig beseitigt sein. Eventuell noch sichtbare Kanten widersprechen einer Konsolidierung nicht. Eine deutliche Corticalis- und Spongiosastruktur wird gefordert. Cysten, sklerotische Verdichtung oder Zusammensinterung eines Kahnbeinteiles, Osteoporose und Nekrosen widersprechen der Konsolidierung, während dies von einer allfälligen Arthrose nicht behauptet werden kann.

Erst bei eindeutiger Konsolidierung wird die Schraube entfernt. Kann sie nicht erreicht werden, kann außerdem das weitere Beschwerden verhindernde Inliegen der Schraube nicht verantwortet werden, ergeben sich noch folgende letzte Möglichkeiten, um bei Fortbestehen der Beschwerden eine Besserung zu erreichen: Intermittierende Ruhigstellung und Stützung des Handgelenks mittels Gips bzw. mit einer Ledermanschette nach BÜRKLE de la CAMP, Denervierung des Handgelenks nach WILHELM, Ersatz des Kahnbeins durch eine Silastik-Prothese und als letzte Möglichkeit die Teil- oder

Totalarthrodese des Handgelenks. Eine Teil- oder Total-
exstirpation des Kahnbeins ist als verstümmelnder Ein-
griff nach allgemeiner Meinung heute obsolet.

ZUSAMMENFASSUNG

In 7 Jahren, von 1965 - 1972, wurden an der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München 33 Pseudarthrosen des Os naviculare der Hand mit der kleinen Spongiosaschraube der AO (Naviculareschraube) operativ versorgt. Von den 2 Frauen und 31 Männern befanden sich 59 % im 3. Dezennium. 67 % der Falschgelenke waren in der Mitte des Kahnbeins, 6 % distal und 27 % proximal lokalisiert. 63,5 % waren Querbrüche, 24,2 % Horizontale Schrägbrüche, 12,3 % Vertikale Schrägbrüche. Während die Verletzung in 72,8 % durch einen Sturz verursacht wurde, konnte keine dominierende Unfallart gefunden werden. Da nur die Hälfte der Läsionen sofort diagnostiziert und 2/3 falsch behandelt wurden, findet sich hier eine Hauptursache der Pseudarthrose.

18 % waren bereits anderenorts voroperiert. Alle Fälle verheilten per primam. Der durchschnittliche Klinikaufenthalt betrug 10 Tage. Falls notwendig wurde mit einer dorsalen Gipsschiene immobilisiert. 2/3 der Fälle trugen eine Ledermanschette nach BÜRKLE de la CAMP. In 2/3 der Fälle mußte die Arbeitsunfähigkeit nicht über die Halbjahresgrenze ausgedehnt werden. Da auch der Rest vor Ablauf eines Jahres wieder im Beruf tätig war, kann von dem Erreichen einer übungsstabilen Osteosynthese gesprochen werden. In 6 Fällen war, wegen der entgegen den ärztlichen Anweisungen von den Patienten unternommenen verfrühten Belastung der Osteosynthese, eine Zweitoperation nötig. Bei der Nachuntersuchung waren 36,5 % der Fälle röntgenologisch als konsolidiert, 27 % als im Durchbau befindlich und 36,5 % als Pseudarthrosen anzusprechen. Die Konsolidierungschancen durch die beschriebene Operation sind am besten beim Vertikalen Schrägbruch und beim

Querbruch. Die Lokalisation des Bruches spielt für die Prognose keine Rolle. Ebenso sollte jede Pseudarthrose ohne Rücksicht auf die Dauer ihres Bestehens operiert werden. Es ergab sich keine Einschränkung der Indikation durch das Alter der Pseudarthrose. Als objektive Beschwerden konnten nur Bewegungseinschränkungen, taubes Gefühl im Bereich der Narbe und in einzelnen Fällen Bewegungsschmerz festgestellt werden. Dem gegenüber stellten 85 % unserer Patienten eine deutliche Besserung ihres subjektiven Befindens postoperativ fest. Die Hauptursache der Pseudarthrosenentstehung bei Bruch des Os naviculare der Hand ist der mechanische Faktor.

L i t e r a t u r

- 1) ANDREESEN, R.: Entstehung, Begutachtung und Behandlung der Kahnbein-Pseudarthrose der Hand.
Langenbecks Archiv Klinischer Chirurgie 309, 56 - 63 (1965)
- 2) BARR, J.S., W.A. ELLISTON, Fracture of the Carpal Navicular
H. MUSNICK, Th.L. DELORME, (Scaphoid) Bone
J. HANELIN, A.A. THIBODEAU: J.Bone Jt.Surg. 35 - A, 609 - 625
(1953)
- 3) BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruch-
behandlung.
Band II
Wien 1938, 6. Auflage 627 - 41
- 4) BÖHLER, L.: Die Verhütung der Pseudarthro-
sen.
Hefte zur Unfallheilkunde 24,
77 - 82 (1968)
- 5) BRÜCHLE, H., H.M. BECKER: Die Behandlung der frischen und
veralteten Kahnbeinfraktur der
Hand und ihre Spätergebnisse.
Bruns Beitr.klin.Chir. 207,
145 - 150 (1963)
- 6) CAMPBELL, R.D.jun. Lunate and Perilunar Disloca-
E.M. LANCE and tions.
CHIN BOR YEOH: J.Bone Jt.Surg. 46 - B, 55 - 72
(1964)
- 7) CARSTENSEN, E., F. KEICHEL, Ursachen der Kahnbein-Pseud-
O. SCHLÜTER: arthrose.
Bruns Beitr.klin.Chir. 204,
115 - 124 (1962)

- 8) COBEY, M.C., R.K. WHITE: An Operation for Non-Union of Fracturs of the Carpal Navicular.
J.Bone Jt. Surg. 28, 757 - 764 (1946)
- 9) DAU, W.: Naviculare bipartitum manus.
Mschr.Unfallheilk. 67, 74 - 76 (1964)
- 10) DONALDSON, W.F.,
M.C. GOODMAN,
E.E. RODRIGUEZ,
M. SKOVRON, J.J. GARTLAND: Evaluation of Treatment for Non-Union of the Carpal Navicular.
J.Bone Jt.Surg.44 - A, 169 - 174 (1962)
- 11) DOOLEY, B.J.: Inlay Bone Grafting for Non-Union of the Scaphoid Bone by the Anterior Approach.
J.Bone Jt.Surg. 50 - B, 102 - 108 (1968)
- 12) DÜBEN, W.: Zur Frage der operativen oder konservativen Faustgipsbehandlung des veralteten Kahnbeinbruchs und der Kahnbein-Pseudarthrose.
Chirurg 25, 63 - 66 (1954)
- 13) DÜRR, W.: Pseudarthrosen und Osteosynthesen.
Hefte Unfallheilkunde 24, 69 - 70 (1968)
- 14) FLEISCHER, H.: Die autoplastische Spongiosa-einpflanzung bei Kahnbein-Pseudarthrosen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 309, 68 - 76 (1965)

- 15) GENEWEIN, R., K. MOHR,
F.L. RUEFF: Ursachen und Therapie der Pseudarthrosen.
MMW 110, 845 - 851, (1968)
- 16) GEYER, E.: Kritische Betrachtung zur Differentialdiagnose Naviculare bipartitum - Naviculare-Pseudarthrose.
Mschr.Unfallheilk. 65, 149 - 160 (1962)
- 17) HEINEMANN G.: Veraltete Frakturen und Pseudarthrosen des Kahnbeins.
Hefte Unfallheilk. 94, 46 - 48 (1968)
- 18) HERZOG, K.H.: Behandlungsergebnisse von Navicularefrakturen, -pseudarthrosen und -zysten.
Zentralblatt f.Chir. 1961
Heft 9, 769 - 772
- 19) KOOB, E. V. GOYMANN,
HAAS H.G.: Ergebnisse nach Verschraubungen der Kahnbein-Pseudarthrose an der Hand.
Handchirurgie 2, 205 - 209 (1970)
- 20) KOOB, E.: Möglichkeiten und Fehler bei der Verschraubung des Kahnbeinbruchs der Hand.
Handchirurgie 4, 67 - 70 (1972)
- 21) KOTHE, W.: Die Beurteilung von Naviculare-schäden.
Mschr.Unfallheilk. 59, 339 - 346 (1956)
- 22) KROENER, D.: Die Anwendung von Kirschnerdrähten bei Frakturen und Pseudarthrosen des Kahnbeins.
Mschr.Unfallheilk. 74, 187 - 192 (1971)

- 23) KÜPPERMAN, W.: Zur Behandlung der Kahnbein-Pseudarthrose der Hand.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 309,
63 - 67 (1965)
- 24) v.LANZ, T.,
WACHSMUTH: Praktische Anatomie
3.Teil "Der Arm"
Berlin 1959
- 25) LONDON, P.S.: The Broken Scaphoid Bone.
J.Bone Jt.Surg. 43 - B, 237 - 244
(1961)
- 26) MAIER, K.: Gibt es eine Naviculare-Aplasie
an der Hand?
RöFo 97.1/ 55 - 56
- 27) MAUDSLEY, R.H., S.C. CHEN: Screw Fixation in the Management
of the Fractured Carpal Scaphoid.
J.Bone Jt.Surg. 54 - B, 432 - 441
(1972)
- 28) MÜLLER, M.E., M. ALLGÖWER,
H. WILLENEGGER: Manual der Osteosynthese.
Heidelberg 1969
- 29) MÜLLER, M.E., M. ALLGÖWER,
H. WILLENEGGER: Technik operativer Frakturen-
behandlung.
Heidelberg 1963
- 30) MULDER, J.D.: The Results of 100 Cases of
Pseudarthrosis in the Scaphoid
Bone Treated by the Matti-Russe
Operation.
J.Bone Jt.Surg. 50 - B, 110 - 115
(1968)
- 31) MURRAY, G.: Bone-Graft for Non-Union of the
Carpal Scaphoid.
British J.Surg. 22, 63 - 68
(1934)

- 32) MURRAY, G.: End Results of Bone-Grafting for Non-Union of the Carpal Navicular.
J.Bone Jt.Surg. 28, 749 - 756 (1946)
- 33) NIEDENZU, H.: Spaltbildungen im Kahnbein.
Bruns Beitr.klin.Chir. 204, 286 - 294 (1962)
- 34) NIEDENZU, H.: Über Navicularefrakturen der Hand.
Bruns Beitr.klin.Chir. 204, 456 - 470 (1962)
- 35) NYGA, W.: Zur operativen Behandlung der Kahnbein-Pseudarthrose.
Arch.Orthop.Unfallchir. 66, 148 - 155 (1969)
- 36) OSCHATZ, R., P. HEINRICH: Beitrag zur Navicularefraktur der Hand.
Zentralbl.f.Chir. 1969, Heft 21
704 - 714
- 37) PALMER, J. A. WIDEN: Treatment of Fractures and Pseudarthrosis of the Scaphoid with Central Grafting (Autogenous Bone-Peg).
Act.Chir.Scan. 110, 206 - 212 (1955)
- 38) POHL, J.: Schädigungen der Gelenke des ersten Fingerstrahles und ihre Bedeutung für die Funktion der Hand.
Hefte Unfallheilk. 75, 137 - 139 (1965)
- 39) RAHRIG, H.: Die Kahnbein-Pseudarthrose und ihre Bedeutung.
Deutsch.Gesundh. 22, 1833 - 1838 (1967)

- 40) REDING, R., G. TOMSCHKE: Beitrag zur Gefäßversorgung des Os naviculare manus.
Mschr.Unfallheilk. 68, 301-307 (1965)
- 41) REHN, J.: Die posttraumatische Pseudarthrose, ihre Entstehung und Therapie.
Hefte Unfallheilk, 94, 5 - 15 (1968)
- 42) RIESS, J.: Neue Erkenntnisse in der Behandlung der Kahnbeinbrüche der Hand.
Mschr.Unfallheilk. 70, 457 - 464 (1967)
- 43) RITTER, U.: Anzeige, Erfolgsaussichten und Mißerfolge bei der Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und Kahnbein-Pseudarthrosen.
Chirurg 24, 212 - 217 (1953)
- 44) RUSSE, O.: Fracture of the Carpal Navicular, Diagnosis, Non-Operative Treatment and Operative Treatment.
J.Bone Jt. Surg. 42-A, 750-768 (1960)
- 45) SAEGESSER: Spezielle Chirurgie.
- 46) SCHENK, R.K., J. MÜLLER, H. WILLENEGGER: Experimentell-histologischer Beitrag zur Entstehung und Behandlung von Pseudarthrosen.
Hefte Unfallheilk. 94, 15 - 24 (1968)
- 47) SCHINDLER, H.-S.: Erfahrungen mit der Knochenspan-implantation bei Naviculare-pseudarthrosen.
Mschr.Unfallheilk. 64, 23 - 29 (1961)

- 48) SCHRAMM, W.:
Über die kombinierte Anwendung
von Osteosynthese und autopla-
stischer Spongiosa-Transplanta-
tion bei bestimmten Pseudarthro-
seformen.
Hefte Unfallheilk. 94, 38 - 41
- 49) SHAW, J.C., F.C. WILSON: Radial Perilunar Dislocation.
J.Bone Jt.Surg. 52-A, 556 - 558
(1970)
- 50) SOTO-HALL, R., K.O. HALDEMAN:
The Conservative and Operative
Treatment of Fractures of the
Carpal Scaphoid (Navicular).
J.Bone Jt.Surg. 23, 841 - 850
(1941)
- 51) SPEED, K.: Fractures of the Carpus.
J.Bone Jt.Surg. 17, 965 - 968
(1935)
- 52) STEWART, M.J.: Fractures of the Carpal Navicu-
lar (Scaphoid).
J.Bone Jt.Surg. 36-A, 998-1006
- 53) STEYER, A.: Vierjahresbericht über die Navi-
cularefrakturen der Hand und
deren funktionelle Spätresultate.
Zentralbl.f.Chirurgie Heft 44,
2277 - 2293 (1061)
- 54) THOMSON, T.C.,
R.D. CAMPBELL jun.,
W.D. ARNOLD: Primary and Secondary Disloca-
tion of the Scaphoid Bone.
J.Bone Jt.Surg. 46-B, 73 - 82
(1964)
- 55) THORBAN, W.: Das Sudeck-Syndrom der Hand.
Hefte Unfallheilk. 75, 139 - 143
(1963)

- 56) TROJAN, E.:
Die Stabilität der Bruchformen
des Kahnbeins der Hand - Eine
anatomische Studie.
Mschr.Unfallheilk. 67, 291 - 295
(1964)
- 57) VERDAN, C., A. NARAKAS:
Fractures and Pseudarthrosis
of the Scaphoid.
Surg. Clin. N. Americ. 48,
1083 - 1095 (1968)
- 58) WAGNER, C.J.:
Fractures of the Carpal Navicu-
lar.
J. Bone Jt. Surg. 34-A, 774 - 784
(1952)
- 59) WEISS, Ch., R. LASKIN,
M. SPINNER:
Irreducible Transscaphoid - Peri-
lunar Dislocation.
A Case Report
J. Bone Jt. Surg. 52-A, 565 - 568
(1970)
- 60) WELLER, S.:
Anatomisch-funktionelle Grund-
lagen der Behandlung von Frak-
turen der Handwurzelknochen.
Hefte Unfallheilk. 75, 134 - 137
(1963)
- 61) WELLER, S., J. KLÖSS,
K. ULLRICH:
Anatomische Variationen des
Handgelenks und ihre Beziehung
zum Kahnbeinbruch.
Mschr.Unfallheilk. 64, 215 - 224
(1961)
- 62) WESELY, M.S.,
P.A. BARENFELD:
Trans-Scaphoid, Transcapitate,
Transtriquetral, Perilunate
Fracture-Dislocation of the Wrist.
J. Bone Jt. Surg. 54-A,
1073 - 1077 (1972)

63) WILHELM, A.:

Gelenkdenervierung und ihre
anatomische Grundlage
II. Navicularefraktur und
-pseudarthrose und ihre Be-
handlung.

Hefte Unfallheilk. 86, 51 - 86
(1966)

64) WILHELM, K., G. HAUER:

Indikationen zur AO-Behandlung
von Handskelettfrakturen.

MMW 115, 371 - 377 (1973)

Herrn Privatdozent Dr.Klaus Wilhelm bin ich für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit zu herzlichem Dank verpflichtet. Bei Herrn Dr.Gerald Hauer möchte ich mich besonders für die Zusammenarbeit bei der Bewältigung der Arbeit bedanken.

Lebenslauf

Ich, Karl Hörmann, wurde am 17. November 1948 als Sohn des Arztes Dr.med.Karl Hörmann und seiner Ehefrau Johanna, geb. Krebs, in Dillingen an der Donau geboren. Nach vierjährigem Besuch der Grundschule wechselte ich an das Johann-Michael-Sailer-Gymnasium in Dillingen an der Donau, an dem ich auch am 10. Juli 1968 mit Erhalt des Reifezeugnisses meine Schulzeit beendete. Im Herbst des gleichen Jahres begann ich das Studium der Human-Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Dort legte ich auch am 7.10.1969 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 7.4.1971 die Ärztliche Vorprüfung nach dem fünften Semester ab. Nachdem ich das erste klinische Semester noch in München studiert hatte, wechselte ich für das Wintersemester 1971/72 an die Universität Wien und im Sommersemester 1972 an die Universität Kiel. In den Semesterferien famulierte ich auf neurochirurgischen, allgemeinchirurgischen, urologischen und internen Abteilungen sowie in der Praxis meines Vaters. Da dadurch mein Interesse bereits stark auf operative Fächer gelenkt war, begann ich nach meiner Rückkehr nach München sofort auf der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München bei Herrn Priv.Doiz.Dr.K. Wilhelm mit der vorliegenden Arbeit.

Mein Studium beendete ich im Juni 1974 mit dem Staatsexamen.

